


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Н. П. ОГАРЁВА»

Институт электроники и светотехники
Кафедра информационной безопасности и сервиса

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой
канд. техн. наук, доц.

 С. Н. Ивлиев
(подпись)
« 11 » 06 20 19 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УДАЛЕННОГО КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ
ОТОПЛЕНИЕМ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ**

Автор бакалаврской работы


(подпись)

11.06.2019
(дата)

О.О. Темаева

Обозначение бакалаврской работы БР-02069964-43.03.01-11-19

Направление 43.03.01 Сервис

Руководитель работы

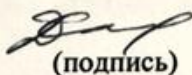

(подпись)

11.06.2019
(дата)

Д.А. Салкин

канд. физ.-мат. наук, доц.

Нормоконтролер


(подпись)

11.06.2019
(дата)

Д. А. Салкин

канд. физ.-мат. наук, доц.


Саранск
2019

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Н. П. ОГАРЁВА»

Институт электроники и светотехники
Кафедра информационной безопасности и сервиса

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой
канд. техн. наук, доц.

 С.Н. Ивлиев
(подпись)

« 16 » 11 20 18 г.

ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

(в форме бакалаврской работы)

Студент Темаева Оксана Олеговна

1 Тема: «Разработка системы удаленного контроля и управления отоплением индивидуальных жилых домов»

Утверждена приказом № 9687-с от 16.11.2018

2 Срок представления работы к защите 11.06.2019

3 Исходные данные для выпускной квалификационной работы: техническая литература, техническая документация, научные статьи по теме работы, проектная документация индивидуального жилого дома.

4 Содержание выпускной квалификационной работы:

4.1 Современные тенденции развития систем контроля и управления отоплением в жилых домах

4.2 Разработка системы удаленного контроля и управления отоплением с применением облачных технологий

Руководитель работы
канд. физ.-мат. наук, доц.

Салкин 16.11.2018 Д.А. Салкин
подпись, дата

Задание принял к исполнению

Салкин - 16.11.2018
подпись, дата

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа содержит 82 страницы, 34 рисунка, 10 таблиц, 31 использованный источник.

СИСТЕМА, ПРОЕКТ, ДОМАШНЯЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ, ОТОПИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА, КОНТРОЛЬ, УПРАВЛЕНИЕ, ОБЛАЧНЫЙ СЕРВИС

Объектом выпускной квалификационной работы является система удаленного контроля и управления отоплением индивидуальных жилых домов.

Цель работы — исследовать современное состояние систем домашней автоматизации, разработать систему удаленного контроля и управления отоплением индивидуального дома с применением облачных технологий.

В процессе работы проводились исследования систем удаленного контроля и управления отоплением.

В результате проведенной работы была разработана система удаленного контроля и управления отоплением индивидуальных жилых домов.

Степень внедрения — частичная, результаты работы будут внедрены в реальный проект системы удаленного контроля и управления отоплением индивидуального жилого дома.

Область применения — для систем домашней автоматизации.

Эффективность — внедрение разработанного проекта системы позволит удаленно через сеть Интернет управлять отоплением индивидуального жилого дома.

БР-02069964-43.03.01-11-19

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.		Темаева	<i>Темаева</i>	11.06
Провер.		Салкин	<i>Салкин</i>	11.06
Н. Контр.		Салкин	<i>Салкин</i>	11.06
Утверд.		Иблиев	<i>Иблиев</i>	11.06

Разработка системы удаленного контроля и управления отоплением индивидуальных жилых домов

Лит.	Лист	Листов
Д	4	82

ИЭС, каф. ИБ и С, д\о, 481

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 Современные тенденции развития систем контроля и управления отопительными в жилых домах	8
1.1 Современное состояние развития систем домашней автоматизации	8
1.2 Современные отопительные системы индивидуальных жилых домов	19
1.3 Обзор технических средств для систем удаленного контроля и управления в бытовой сфере	25
2 Разработка системы удаленного контроля и управления отоплением с применением облачных технологий	33
2.1 Выбор оборудования для разрабатываемой системы контроля и управления отоплением индивидуального жилого дома	33
2.2 Выбор облачной платформы для системы удаленного контроля и управления отоплением	51
2.3 Подключение выбранного оборудования к облачной платформе	58
2.4 Разработка типового технического проекта системы	67
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	78
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	80

					БР–02069964–43.03.01–11–19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

ВВЕДЕНИЕ

Системы домашней автоматизации в настоящее время имеют большую популярность в мире. Их строят с нуля, покупают и устанавливают в процессе ремонта, а также собирают из доступных комплектующих.

Системы домашней автоматизации решают следующие задачи:

- а) дистанционное управление электроприборами; оно может быть как внутри помещения, так и за его пределами;
- б) обеспечение комфортной среды.
- в) увеличение свободного времени;
- г) повышение качества жизни человека в целом.

Кроме затрат на электрическую энергию и обслуживание домов, системы домашней автоматизации могут минимизировать последствий технических аварий — утечки газа, прорыва труб отопления и водоснабжения.

Тема работы актуальна, поскольку в настоящее время системы домашней автоматизации все чаще устанавливаются как во вновь строящихся, так и в старых домах при проведении модернизации инженерных систем.

Цель выпускной квалификационной работы — исследовать современное состояние систем домашней автоматизации, разработать систему удаленного контроля и управления отоплением индивидуального дома с применением облачных технологий.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- выполнить выбор оборудования для реализации системы удаленного контроля и управления отоплением с минимальными затратами и максимальным функционалом;
- выбрать протокол для взаимодействия оборудования с сервером;
- подключить выбранное устройство к облачной платформе;
- разработать типовой технический проект системы для двухэтажного

					БР–02069964–43.03.01–11–19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

жилого дома с мансардой, который может быть использован для демонстрации клиентам при продаже подобных систем.

					БР-02069964-43.03.01-11-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

1 Современные тенденции развития систем контроля и управления отопительным в жилых домах

1.1 Современное состояние развития систем домашней автоматизации

Система домашней автоматизации «умный дом» обладает сложной комплексной структурой. Она обычно объединяет в себе отдельные подсистемы, каждая из которых отвечает за свою функцию: управление освещением, климат контроль, безопасность и т.д.

Умный дом (англ. digital home) — автоматизированный жилой дом современного типа, организованный для удобства проживания людей при помощи высокотехнологичных устройств [29].

В общем виде структура системы «умный дом» состоит из двух основных составляющих: верхнего и нижнего уровней. На рисунке 1.1 представлена типовая схема «умного дома». Верхний уровень системы включает в себя следующие компоненты: центральный контроллер, обрабатывающий поступающие с датчиков и плат расширения сигналы и вырабатывающий управляющие сигналы на основе заданных пользователем параметров. В нижний уровень входят датчики и исполнительные механизмы системы.



Рисунок 1.1 — Типовая схема системы «Умный дом»

Одной из важнейших функций УД является создание специализированной автоматизированной среды с компенсаторными функциями для людей с ограниченными возможностями здоровья. Система УД может обеспечить людям с ограниченными возможностями здоровья высокое качество жизни. Такая система может выполнять многие функции, которые человек либо не может выполнять совсем, либо ему это делать затруднительно.

В настоящее время рынок умных домов в России только начинает своё формирование. К 2017 году 5% московских домов и 2% всех домов в России используют технологию УД. В связи с низкими тарифами на энергоресурсы, российские умные дома проектируются с упором на комфортную среду, а не на экономичность. В Европе и Америке 30% домов используют системы домашней автоматизации.

Проблемами распространения систем УД в России являются: плохое освещение этой темы в СМИ, отсутствие в свободной продаже элементов УД, малое число грамотных инсталляторов и компаний производителей. Большинство российских компаний, устанавливающих УД, используют оборудование иностранных производителей, что несёт за собой дополнительные расходы на транспортировку оборудования и обучения персонала. Расширение рынка УД в России должно стимулировать производителей уделять больше внимание этому сегменту.

Для российского потребителя система УД зачастую является элементом элитного жилья и как следствие имеет очень высокую стоимость.

Основными заказчиками для УД в России, как правило, выступают владельцы коттеджей и частных домов. В настоящее время к ним подключаются владельцы квартир. Разработкой УД для людей с ограниченными возможностями здоровья в России этой темой практически не занимаются, поэтому УД для таких людей большей частью находится на бумаге, а не в реальности.

Основные возможности умного дома:

					БР-02069964-43.03.01-11-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

Освещение. Управление освещением с помощью брелоков. Чаще всего брелоки применяются для управления освещением двора частного дома из машины или освещения дворовых построек (беседок, бассейнов, дорожек).

Автоматическое управление освещением от датчиков движения. Данный способ применяется в проходных зонах внутри дома (прихожая, коридоры, лестницы).

Сценарное освещение. Сценарное освещение стало набирать популярность сравнительно недавно, это связано с тем, что для освещения комнат дизайнеры закладывают достаточно большое количество групп осветительных приборов. Включая их в различных комбинациях можно получить оптимальное освещение для каждой ситуации. Например, для просмотра кино достаточно оставить включенной только подсветку экрана и бра на стенах. Для чтения книги можно включить местный светильник и мягкую потолочную подсветку комнаты, для романтического вечера подойдет та же потолочная подсветка и настенные бра.

Функция «Выключить весь свет». Одна из самых востребованных функций, относящихся к разделу освещения. Функция «Выключить весь свет» позволяет нажатием всего одной кнопки погасить освещение всего дома (квартиры). Выключение может производиться как с помощью радиобрелоков так и от настенного выключателя.

На практике кнопки выключения всего освещения размещаются в прихожих у входных дверей и в спальнях комнатах.

Функция «Я ушел». Данная функция может использоваться как совместно с функцией «Выключить весь свет» так и в некоторых местах вытесняя ее. Вызов данной функции может производиться теми же способами, что и вызов «Выключить весь свет». Кроме выключения освещения отключается часть розеток, к которым подключены нагревательные приборы или утюг, система теплых полов может переводиться в режим энергосбережения.

Иногда в качестве устройства вызывающего эту функция выбирается охранная сигнализация. При выходе из квартиры достаточно ввести код

					БР-02069964-43.03.01-11-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

постановки дома на охрану и отключение перечисленных выше устройств произойдет через 30 секунд.

Имитация присутствия. Функция световой имитации присутствия может применяться в качестве дополнительного средства отпугивания воров. Уезжая в отпуск человеку достаточно нажать всего одну кнопку. После этого каждый вечер начиная с определенного часа свет в разных комнатах начнет включаться и выключаться самостоятельно, имитируя присутствие людей. Время включения освещения в комнатах и продолжительность работы осветительных приборов выбирается умным домом произвольно. Именно по этой причине, выследить отсутствие хозяев в квартире по окнам практически невозможно.

Климат. Управление отоплением. Любое жилое помещение должно обогреваться в холодное время года, создавая комфортные условия проживания. Самыми распространенными устройствами обогрева являются водяные радиаторы, водяные или электрические теплые полы.

Всеми этими устройствами можно управлять, поддерживая заданную температуру внутри комнат — не больше и не меньше требуемой. При этом достигается оптимизация расходов на отопление, ведь за электричество и газ нужно платить.

Температура в каждом помещении задается с помощью сенсорной панели (в т.ч. iPad, iPhone) и может быть привязанной ко времени или обстановке. Например, в будние дни, когда все жильцы на работе или учебе, теплый пол может автоматически отключаться, а ночью поддерживать пониженную температуру для комфортного сна.

Контроль протечки воды и утечки газа. Предотвращение протечки воды. Контроль протечки воды позволяет предотвратить затопление при прорыве трубы или оставленном включенном кране. Наиболее частыми местами применения данных систем являются кухни, ванные комнаты и с.у. В частных домах контролируются и технические помещения в которых устанавливаются баки, насосное и водоочистительное оборудование.

					БР-02069964-43.03.01-11-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Контроль протечки воды производится умным домом за счет специальных датчиков протечки воды. Для предотвращения протечки воды используются шаровые краны с эл. приводом, устанавливаемые на отводах от стояков с холодной и горячей водой. При намокании датчика умный дом перекрывает соответствующие клапаны, устраняя протечку воды.

При срабатывании системы предотвращения протечки воды имеет смысл отправить SMS сообщение о случившемся хозяину дома. А он сможет принять меры по устранению причины.

Предотвращение утечки газа. Уже из названия понятен смысл данной функции. Контроль и предотвращение утечки газа является одной из немногих областей в которой контроллер умного дома является не основным участником, а наблюдателем. Для предотвращения утечки газа требуется использовать ТОЛЬКО сертифицированными устройствами, а их установка должна производиться газовыми работниками. Системы предотвращения утечки газа обычно являются моноблочными устройствами включающими в себя датчик обнаружения газа, клапан, зуммер и выход для подключения внешних устройств.

Именно к выходу подключается оборудование домашней автоматизации. При получении извещения о срабатывании устройства умному дому остается только направить соответствующее SMS сообщение. На этом роль умного дома заканчивается.

Управление приводами. Умный дом может осуществлять управление различными приводами. Наиболее часто подключаемыми являются приводы для управления въездными и гаражными воротами, ролл-ставнями, жалюзи и шторами.

Прочие функции. Кроме описанных выше возможностей, используя различные алгоритмы обговоренные с заказчиками, можно осуществлять управление практически любыми приборами или автоматикой (бассейнов, фонтанов и пр.).

Можно выделить 3 подхода к организации управления системами

					БР-02069964-43.03.01-11-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

автоматизации: централизованные, децентрализованные и смешанные системы [9].

Суть централизованного умного дома заключается в том, что идет программирование только одного центрального логического модуля. Обычно это свободно программируемый контроллер, в который записывается заранее специально созданная под объект программа, на основе которой идет управление исполнительными устройствами и инженерными системами.

Преимущества:

- единый интерфейс управления;
- создание сложных сценариев, привязанных к времени суток, состоянию жилья, температуре, лунному циклу;
- простота первоначальной настройки. Все манипуляции выполняются только на центральном контроллере.

Недостатки:

- требуется обязательное программирование системы;
- зависимость системы от одного центрального контроллера;
- требует наличие резервного оборудования.

В распределенных (децентрализованных) системах УД каждое исполнительное устройство несет в себе микропроцессор с энергонезависимой памятью. Этим объясняется надежность таких систем. При выходе из строя одного устройства вся система работает исправно, кроме приборов, подключенных к этому устройству.

Преимущества:

- высокая надежность.

Недостатки:

- высокая стоимость оборудования;
- сложное первоначальное программирование оборудования;
- сложность интеграции с другими аппаратными решениями;
- часто имеет закрытый протокол управления.

					БР–02069964–43.03.01–11–19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Наиболее часто встречающаяся система на сегодняшний день — *это система смешанного управления*. В роле центрального управления стоит контроллер, но управляющие модули имеют встроенные функции управления. Таким образом, при выходе из строя центрального контроллера все жизненно важные системы переводятся на ручное управление.

Преимущества:

- высокая надёжность;
- относительно не высокая стоимость оборудования;
- лёгкость в первоначальной настройке;
- не требует резервного оборудования.

Перед началом разработки проекта УД проведен обзор существующих систем с целью поиска возможных готовых решений и уточнения возможного функционала разрабатываемой системы.

Система УД должна удовлетворять следующим критериям:

- ценовая доступность;
- модульность;
- наращиваемость, т.е. возможность добавления оборудования для расширения функционала системы;
- интуитивно понятный пользовательский интерфейс, адаптируемый к потребностям пользователя;
- адаптируемость системы, т.е. возможность подстройки не только интерфейса, но и функционала системы под требования и особенности конкретных пользователей;
- наличие собственного производства элементов УД;
- поддержка оборудования разных производителей;
- использование открытого программного обеспечения;
- поддержка большого количества протоколов взаимодействия компонентов системы;
- возможность интеграции специальных возможностей для разных

					БР–02069964–43.03.01–11–19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

категорий людей с ОВЗ;

- развитая техническая поддержка.

На российском рынке представлено не так много компаний, которые бы частично соответствовали нужным нам критериям. Рассмотрим имеющиеся системы.

Fibaro Starter Kit (FIB_Start) представляет собой набор из центрального контроллера Fibaro, датчика движения, дыма, протечки, открытия двери и окна и модуль в розетку для управления электроприборами. Стоимость оборудования составляет 46890 рублей [25].

Данный комплект является стартовым набором с возможностью расширения. Связь модулей осуществляется при помощи радиоканала. Имеется возможность добавить в систему датчики температуры, влажности, освещённости, а также прочие модули для управления электроприборами.

Easy Smart Box предлагает стартовый набор для умного дома, в который включает в себя следующие возможности [1]:

- управление освещением, функции противоаварийной сигнализации;
- управление электронагрузками без контроля мощности;
- функции охранной сигнализации;
- управление и мониторинг системы в реальном времени;
- программное обеспечение с графическим интерфейсом;
- работа с любыми мобильными телефонами;
- возможность удалённого управления умным домом.

Стоимость такой системы составляет 155000 рублей.

Систему можно расширить, но на ограниченное количество устройств. Оборудование работает под управлением ПЛК ОВЕН.

Система частично может реализовать запрошенные критерии, но так как производитель не даёт точных данных об используемых датчиках и модулях, нельзя достоверно сказать о функциональности всей системы в целом. Опираясь на знания о том, что в системе центральным звеном является ПЛК Овен можно

					БР–02069964–43.03.01–11–19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

сделать вывод, что система очень ограничена в модернизации. Достаточно сложно добавить оборудование, которое изначально не поддерживается этим контроллером.

SenseHome Mini. Это готовое решение системы умный дом, которое быстро и легко устанавливается и настраивается любым, кто умеет держать в руках отвертку и дружит с компьютером. Данная система имеет следующие возможности:

- 4 группы диммируемого света до 300Вт;
- 6 групп вкл/выкл света;
- управление с IOS и Android;
- контроль 4 зон температуры;
- 1 линия отключаемых розеток.

За дополнительную плату можно подключить контроль протечек, охранную систему и т.д. в комплект не входят электроклапаны, выключатели, кнопки и прочее инженерное оборудование.

Как можно заметить, ограниченный функционал предлагается за достаточно высокую цену. Разработчики данной системы не публикуют технических характеристик оборудования, поэтому очень сложно сделать какие-то выводы относительно расширяемости и функционала.

Решение Inwion подходит как для частных домовладений, так и для крупных офисных структур (Контроллер поддерживает от 1 до 50 датчиков). Система полностью беспроводная, а значит, может быть установлена в помещении, где уже произведена чистовая отделка. Обеспечивает возможность контролировать из единого интерфейса разно-удаленные друг от друга помещения. Установка не требует специальных технических навыков и может быть произведена пользователем самостоятельно из коробки. Система допускает дальнейшее наращивание функционала. Он может быть добавлен на любой стадии. Интеллектуальный запуск видеозаписи по событиям и набор датчиков позволяют настроить систему видеонаблюдения для решения

					БР-02069964-43.03.01-11-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

конкретных задач [3].

Рассмотрим действующие проекты, которые предлагаются компаниями на современном рынке.

Каждая из рассматриваемых компаний имеет в своём наборе несколько вариантов системы в зависимости от функций и стоимости.

BE SMART предлагает покупателям четыре варианта системы «умный дом», однако система, проектируемая в данной работе, и большинство современных компаний ориентируется на средний уровень потребителя, поэтому варианты комплектации премиум и эксклюзив, стоимостью от 15000 евро рассмотрены не будут. Стоимость и функциональность «умного дома», предлагаемого компанией BE SMART, приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 — Стоимость опций компании BE SMART

Категория	Функции	Стоимость	
		Квартира	Дом
Бюджет	Управление освещением Управление климатом (электрообогреватели, котлы) Управление через смс	от 20 000 руб.	от 20 000 руб.
Эконом	Управление освещением Управление климатом управление шторами, жалюзи Управление посредством выключателей	от 200 000 руб.	от 500 000 руб.

Как видно из таблицы 1.1, минимальная комплектация содержит всего три функции, причём за минимальную стоимость, пользователь может лишь включать и выключать освещение и отопление без возможности регулировки.

Комплектация эконом содержит более широкий спектр функций, но отличается от бюджетной по стоимости в 10 раз. Высокая стоимость во многом обусловлена оборудованием, которое использует компания BE SMART, а именно контроллеры HDL Raspberry, промышленные логические контроллеры и другое оборудование фирмы HDL. Данное оборудование позволяет компании BE SMART унифицировать свою систему для всех предлагаемых вариантов.

Компания Easysmartbox, представленная в таблице 1.2, специализируется на системах «умный дом», в основе которых используются только программируемые логические контроллеры. Для более бюджетных вариантов применяются программируемые логические контроллеры фирмы ОВЕН ПЛК (Россия), для расширенных версий используются контроллеры фирмы Beckhoff (Германия). Аналогично с компаний BE SMART фирма Easysmartbox подразделяет варианты комплектации «умного дома» на четыре категории: простой умный дом, стандартный, профессиональный и люкс.

Таблица 1.2 — Стоимость опций компании Easysmartbox

Комплект	Простой	Стандартный
	Умный Дом	Умный Дом
Стоимость комплекта	от 155 000 руб.	от 239 000 руб.
Тип объекта	квартира 1-3 комнаты	квартира 2-4 комнаты
Количество осветительных приборов, розеток	24	23
Количество выключателей	28	12
Управление линией водяного отопления	нет	4
Датчики протечки	2	4
Датчики температуры воздуха	нет	4
Датчики движения	2	4
Шаровые краны с электроприводом	в комплект не входят, приобретаются отдельно	2 крана сечением 0,5 дюйма
ИК-передатчики	в комплект не входят	в комплект не входят
Управление вентиляцией	нет	только вытяжки санузлов
GSM модем	есть	есть
Расширяемость системы	минимальная	минимальная
Датчик уровня уличной освещенности	нет	есть

Easysmartbox, в отличие от компании BE SMART, используют только промышленные логические контроллеры и совместимые с ними модули, устанавливаемые на din-рейку. Удобство такой системы состоит в установке дополнительных модулей, а также повышенной надёжностью системы благодаря программируемым логическим контроллерам, т.к. они предназначены для длительного использования в неблагоприятных средах.

Решение использования программируемых логических контроллеров особенно актуально для применения в загородных домах, где показатели температуры и влажности колеблются в большом диапазоне и не подходят для применения обычных контроллеров.

Фирма SMART HOME интересна тем, что они классифицируют предлагаемые варианты, не только по комплектации, но и по площади помещений [17].

SMART HOME разработали наиболее подходящий вариант для среднего класса потребителей, он включает в себя: шесть управляемых групп освещения, два управляемых карниза или рулонные шторы, датчики движения для автоматического управления освещением и управление радиаторным отоплением и электрическим тёплым полом. Стоимость такого проекта начинается от 80000 рублей, что при перечисленных функциях системы ниже, чем у конкурентов.

В основе оборудования применяемого в проектах компании SMART HOME тоже лежат программируемые логические контроллеры и диммеры таких фирм как фирм HDL, ABB, Bazalt и др., однако проекты SMART HOME, в отличие от конкурентов, более оптимизированы под небольшие помещения, что даёт преимущество в стоимости и функциональности.

Таким образом, система «Умный дом», которая в 70-х годах XX века была доступна только богатым людям и выполняла лишь базовые функции управления домашними устройствами, за последние 40 лет значительно расширила свои функциональные возможности, получила широкое распространение по всему миру. Современные компании предоставляют покупателям широкий диапазон возможностей, которые способна выполнять система домашней автоматизации, однако большинство систем не предназначены для людей среднего достатка ввиду высокой стоимости применяемого оборудования и недостаточной оптимизации используемых мощностей систем управления.

					БР-02069964-43.03.01-11-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

1.2 Современные отопительные системы индивидуальных жилых домов

Система отопления (СО) — это совокупность технических элементов, предназначенных для получения, переноса и передачи во все обогреваемые помещения количества теплоты, необходимого для поддержания температуры на заданном уровне. Системы отопления подразделяются на местные и центральные [26].

Центральными называют такие системы, предназначенные для отопления помещений из одного теплового центра. Тепловой центр может обслуживать одно обогреваемое сооружение или группу сооружений (в этом случае систему отопления именуют районной).

Существуют различные виды систем отопления:

- а) низкотемпературные (с температурой теплоносителя менее 100 °С);
- б) высокотемпературные (с температурой теплоносителя более 100 °С).

Теплоперенос в системах отопления осуществляется теплоносителем — жидкой средой (вода) или газообразной (пар, воздух, газ). В зависимости от вида теплоносителя системы отопления подразделяют на водяные, паровые, воздушные и газовые.

При водяном теплоснабжении распространено водоводяное и водовоздушное отопление.

Водяная система отопления получила наибольшее распространение, как наиболее гигиеничная, совершенная в эксплуатации и регулируемая в широких пределах в зависимости от температуры наружного воздуха.

Центральные системы водяного отопления устраивают с естественной циркуляцией теплоносителя или с механическим побуждением циркуляции насосами. Системы парового отопления подразделяют на системы низкого давления при начальном избыточном давлении пара 0,005 ÷ 0,02 МПа,

					БР–02069964–43.03.01–11–19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

повышенного давления 0,02÷0,07 МПа и высокого давления — выше 0,07 МПа.

Тепловой режим в зданиях и помещениях в холодное время года может быть постоянным и переменным в зависимости от их назначения.

В системах водяного отопления применяют, как правило, механическое побуждение циркуляции теплоносителя (естественную циркуляцию используют при технико-экономическом обосновании) — насосы.

Современные схемы систем отопления могут быть одноконтурными либо двухконтурными [6].

Одноконтурная система используется исключительно для отопления помещений дома, в то время как двухконтурная может дополнительно приготавливать горячую воду для хозяйственно-бытовых нужд.

Для индивидуального загородного жилья площадью до 200 м² можно использовать двухконтурные котлы с максимальной мощностью до 30 кВт. Обычно они уже имеют встроенный циркуляционный насос и расширительный мембранный бак. Для домов большей площади целесообразнее будет установка одноконтурных котлов большей мощности, а для системы ГВС можно использовать водо-водяной емкостный бойлер, либо пластинчатый теплообменник.

В двухконтурной системе отопления контур ГВС представляет собой отдельную трубку с циркулирующим теплоносителем, размещенную в отдельном баке внутри корпуса котла — накопительном водо-водяном водонагревателе (бойлере). Такое решение выглядит достаточно удобным, но при возможных неисправностях потребитель рискует остаться одновременно и без отопления и без горячей воды. Кроме того следует помнить, что на нагрев воды из водопровода тратится примерно 25% мощности котельной установки.

Довольно часто для отопления и для ГВС применяют обособленные одноконтурные системы: один котел работает зимой только на отопление, другой (меньшей мощности) нагревает воду для хозяйственно-бытовых нужд. При всех достоинствах такой схемы, стоимость ее реализации естественно

					БР–02069964–43.03.01–11–19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

выше, чем предыдущие варианты.

Оптимальная мощность котла подбирается в зависимости от отапливаемой площади здания, а также климатических условий местности. Кроме того на мощность котла существенное влияние оказывают теплозащитные характеристики ограждающих конструкций дома, а также площадь и качество остекления (таблица 1.3).

Таблица 1.3 — Оптимальная мощность котла

Площадь дома, м ²	Мощность котла, кВт
60-200	до 25
200-300	25-35
300-600	35-60
600-1200	60-100

В качестве примера, в таблице приведены значения ориентировочной мощности котлов исходя из отапливаемой мощности.

Выбор типа котельного оборудования зависит от наличия и распространенности тех или иных энергоресурсов на конкретной территории. Если существует возможность подключения к газовым сетям, то естественно следует выбирать именно газовый котел, как самый эффективный и экономичный. В негазифицированных территориях существует 2 варианта — использовать твердотопливные котлы, либо дизельно-газовые котлы, работающие на жидком топливе (дизельное и печное топливо). Как вариант может рассматриваться и электрическое отопление. Но в наших условиях это довольно таки дорогое удовольствие.

В центральных регионах нашей страны из общего количества котлов около 50% — газовые, еще треть работает на солярке или печном топливе, около 10% приходится на электрическое отопление и не более 5% — на твердотопливные котлы.

Как низкобюджетный вариант рассматриваются котлы отечественного производства. Хотя они не всегда в полной мере отвечают современным

представлениям об эффективности, уровне автоматизации и дизайна. Вот поэтому владельцы загородного жилья сегодня чаще всего выбирают оборудование импортного производства. На отечественном рынке теплогенерирующего оборудования широко представлена продукция таких мировых брендов, как Vaillant, Viessmann (Германия), Electrolux (Швеция), Baxi (Бакси), Jaspі (Финляндия), Veretta (Италия), Protherm (Чехия), Alphatherm (Альфатерм).

Следует заметить, что некоторые компании предлагают комбинированное оборудование, способное работать после несложной перенастройки на нескольких видах топлива. Например, это отечественные котлы «Пламя (12-40 кВт), Dakon FB (от 20 до 42 кВт) из Чехии или же котлы СТС из Швеции, работающие на газе, твердом или дизельном топливе.

Следует помнить, что все типы котлов с открытым пламенем следует устанавливать на полы с несгораемыми покрытиями. Кроме этого объем помещения топочной должен обеспечивать достаточный приток воздуха и свободный доступ к оборудованию для его обслуживания. Наличие приточно-вытяжной вентиляции — обязательное условие. При подаче воздуха с улицы, сечение впускного отверстия должно быть не менее 600 мм² на 1 кВт мощности котла.

Дымоход подсоединяется к котлу посредством жесткого или гибкого патрубка. При этом конструкция дымохода должна создавать достаточную тягу для эффективного удаления продуктов сгорания и поддержания процесса горения топлива. Для поддержания постоянной тяги рекомендуется использовать регуляторы (стабилизаторы) тяги. Слишком длинный и широкий дымоход может стать причиной переохлаждения дымовых газов. Как следствие — ухудшение тяги и образование агрессивного конденсата, вызывающего преждевременную коррозию и разрушение элементов дымохода. Поэтому для сбора и отвода влаги, образующейся в дымоходе в его нижней части желательно разместить конденсатоотводчик.

					БР-02069964-43.03.01-11-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Кроме котла, трубопроводов и приборов отопления система отопления включает другие функциональные компоненты, обеспечивающие ее работу (расширительный бак, терморегуляторы, циркуляционный насос) и безопасность (предохранительные клапаны, автоматические воздухоотводчики, манометры, и т.д.).

Рассмотрим более подробно систему водяного отопления загородного дома. Эта система является замкнутой система отопления, в качестве теплоносителя в ней используется вода или антифриз. Вода подается по трубам от источника тепла к радиаторам отопления. В централизованных системах температура регулируется на тепловом пункте, а в индивидуальных — автоматически (с помощью термостатов) или вручную (кранами) [18].

В зависимости от типа присоединения нагревательных приборов системы делят на:

- однотрубные,
- двухтрубные,
- бифилярные (двухточечные).

По способу разводки системы отопления различают:

- верхнюю;
- нижнюю;
- вертикальную;
- горизонтальную.

В однотрубных системах подключение отопительных приборов последовательное. Чтобы компенсировать потерю тепла, которая происходит при последовательном прохождении воды из одного радиатора в другой, применяют отопительные приборы с различной поверхностью теплоотдачи. Например, могут быть использованы чугунные батареи с большим количеством секций. В двухтрубных применяют схему параллельного подключения, что позволяет устанавливать одинаковые радиаторы.

Гидравлический режим может быть постоянным и изменяемым. В

					БР-02069964-43.03.01-11-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

бифилярных системах отопительные приборы соединены последовательно, как в однотрубных, но условия теплопередачи радиаторов такие же, как в двухтрубных (рисунок 1.2). В качестве отопительных приборов используются конвекторы, стальные или чугунные радиаторы.

Преимущества системы. Водяной обогрев широко распространен благодаря доступности теплоносителя. Еще одно преимущество — возможность обустроить систему отопления своими руками, что немаловажно для наших соотечественников, привыкших полагаться только на собственные силы.

Недостатки системы. Замерзание системы при отключении, длительное время прогрева помещений. Особые требования предъявляют к теплоносителю. Вода в системах должна быть без посторонних примесей, с минимальным содержанием солей.

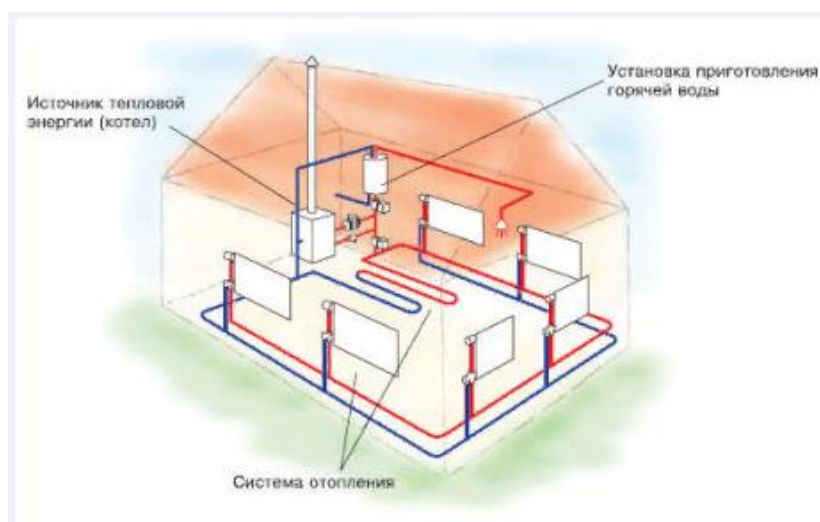


Рисунок 1.2 — Схема двухтрубного водяного отопления загородного дома

Для разогрева теплоносителя может использоваться котел любого типа: на твердом, жидком топливе, газе или электричестве. Чаще всего используют газовые котлы, что предполагает подключение к магистрали. Если такой возможности нет, то обычно устанавливают твердотопливные котлы. Они более экономичны, чем конструкции, работающие на электричестве или жидком топливе.

1.3 Обзор технических средств для систем удаленного контроля и управления в бытовой сфере

Процесс управления работой котла происходит благодаря небольшому прибору, в который встроен регулируемый процессор (контроллер). Он перерабатывает и передаёт данные от котла к пользователю и наоборот (функция обратной связи) в виде текстовых сообщений.

Основная задача модуля — поддерживать заданные ранее настройки и оперативно реагировать на любые изменения в автономном отоплении.

Подобное оборудование особенно пригодится владельцам дач, загородных домов или тем, кто часто оставляет своё жильё на долгое время без присмотра. GSM модуль может выступать частью управления отоплением в умном доме (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 — Стандартная комплектация GSM модуля на примере модели 4Т производителя «Кситал»

Контроллер (GSM-модуль) — прибор с различным количеством входов,

возможностью расширения, если понадобится подключить дополнительные функции. Модели в низком ценовом сегменте содержат пару стандартных функций и рабочих режимов. В более дорогие приборы заранее встроены регуляторы управления на неделю.

Переносные температурные датчики, от двух до десяти — это зависит от типа модуля. Предназначены для разных помещений, в том числе есть и наружные. Оптимальное количество — пять, при условии, что один из них будет на улице.

GSM-антенна необходима для усиления сигнала. Она отвечает за установление непрерывной связи с владельцем оборудования и с вышками сотового оператора.

Через реле (в большинстве моделей до 3 шт.) реализуется обратная связь с владельцем. В руководстве пользователя во всех модулях есть список кодов, характеризующих все штатные и нештатные ситуации и коды для обратной связи.

Дополнительные датчики (например, движения и возгорания) также необходимы. Чаще пользователи самостоятельно докупают их в зависимости от потребностей.

Аккумулятор может дополнительно присутствовать в некоторых моделях. Производители чаще всего ставят литий-ионный. Это важный компонент, так как от него зависит время автономной работы. Если напряжение отключится, то питание в автоматическом режиме перейдет на аккумулятор.

Ёмкости батареи должно хватать для полноценной работы GSM модуля минимум до пяти часов, лучше — до двух суток. Если вы знаете, что в вашем районе перебои в электросети происходят часто, то имеет смысл приобрести аккумулятор большей ёмкости.

Мастер-ключ препятствует вмешательству сторонних лиц в систему отопления и снимает установленные блокировки.

Кроме того, в комплекте можно обнаружить считыватель электронных

					БР–02069964–43.03.01–11–19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

ключей, сенсорный экран, колодки для подключения к котлу, бухты соединяющих проводов. Комплектующие вы сможете при необходимости докупить или «собрать» набор под свои потребности.

Количество функций в любом GSM модуле ограничено и определяется следующими факторами: количеством каналов и, соответственно, датчиков, которые через них можно подключить, особенностями дистанционного управления, а также возможностью регулирования показателей отопления.

Стандартный набор датчиков сканирует температуру, давление и регистрирует утечку газа, настройка дополнительных — автоматически подключает новые функции. Такие датчики могут быть цифровыми или аналоговыми. Чаще производители используют аналоговые, но это зависит от интерфейса самого модуля.

Перечисленные основные функции гарантируют бесперебойный и стабильный контроль системы отопления и реализуют принципы работы устройства:

- а) включение и выключение всей системы отопления;
- б) возможность включить/выключить, перезагрузить котёл или дополнительное оборудование;
- в) дистанционное изменение настроек работы котла, интенсивности температурного режима во всем доме или в отдельной комнате, просто выслав SMS с необходимым кодом. Это позволит снизить потребление газа до 25-30%;
- г) ежедневное информирование посредством мобильных сообщений о состоянии котла, а именно: извещения о параметрах работы, температурном режиме, а при необходимости и об аварийных ситуациях, автоматическом выключении прибора из-за поломок;
- д) использование pin-кода для сим-карты, чтобы избежать подключения третьих лиц и любого мошенничества;
- е) оперативное информирование об аварийном отключении системы отопления в связи с пожаром, течью или какой-либо поломкой, если владелец

заранее подключил для них дополнительные датчики реагирования. Интеллектуальная система, в случае возникновения аварийной ситуации, сама предпринимает шаги. Например, при утечке газа отключает котёл или всё оборудование;

ж) контроль стабильности электрического напряжения – защита от резких скачков энергии;

и) автономный режим работы контроллера – его обеспечивает наличие аккумулятора. Если отключится электричество, то модуль будет работать на этом аккумуляторе. Но помните, что при отключении питания работать будет только функция отправки сообщений, так как для работы котла требуется непрерывный ток;

к) за счёт снижения нагрузки на отопление увеличивается срок службы оборудования.

Пользователи заранее устанавливают минимально и максимально допустимые значения параметров (например, температурного режима). При выходе показателей за пределы заданного диапазона владелец получает об этом SMS-сообщение.

Некоторые современные модификации модулей GSM могут отображать статистику по работе котла в виде создания временных графиков.

Функциональность, даже при стандартной комплектации, получается высокая. В результате пользователь сможет полностью контролировать отопительную и другие системы в своё отсутствие.

Дополнительные функции не являются основополагающими при выборе модуля, но существенно упрощают жизнь владельцам:

а) возможность подключить дополнительное реле для новых датчиков;

б) запуск дополнительного оборудования и возможность управлять им при помощи сотового на расстоянии;

в) функция контроля давления в котле на твёрдом топливе;

г) отслеживание уровня солянки, если котёл на жидком топливе;

					БР–02069964–43.03.01–11–19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

д) подсчёт количества и качества гранул в отсеке пеллетного теплового агрегата;

е) проверка фидера котла;

ж) включение аварийной сирены.

Если установить дополнительные датчики, то появится возможность осуществления следующих функций:

- охрана помещения при наличии датчиков движения (может быть внутренний — для дома и внешний — для участка);

- противопожарную функцию гарантирует показатель задымлённости — пользователь заранее указывает граничные цифры;

- предупреждение о затоплении — датчик протечек подаст сигнал и перекроет воду.

Именно разнообразные датчики и правильная настройка модуля гарантируют то, что вы будете точно знать, что происходит со всем контролируемым оборудованием.

От выбранного режима управления зависит, когда и какую информацию вы будете получать о работе контролируемого оборудования:

- автоматический, при котором система работает согласно ранее установленным параметрам, с анализом информации по всему дому или же в отдельных прогреваемых помещениях. Вы получаете в заданное время отчёт о работе отопления;

- ручной (обратная связь от пользователя к системе) предполагает отправку пользователем сообщения с кодовым словом или совершением звонка для изменения тех или иных настроек или режимов. Например, вы хотите узнать температуру в какой-то комнате или увеличить её для прогрева всего дома;

- тревожный. Если происходит сбой в электросети, задымление, образовалась течь, скачки газа, некорректная работа оборудования (остановка работы котла в связи какой-либо поломкой), то вам оперативно поступает

					БР-02069964-43.03.01-11-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

сообщение о поломке.

В последней ситуации модуль может заблокировать повреждённый элемент или выключить всю систему. Кроме того, во время аварии тревожные sms-ки поступают на все указанные ранее номера.

Все три режима доступны в модулях стандартной комплектации, но важно корректно настроить их работу при монтаже системы.

При выборе ориентироваться, сколько оборудования нужно контролировать, какой оно мощности, какие дополнительные показатели необходимо подключить и особенности теплового режима в помещении.

В список включены ходовые модели на российском рынке с оптимальным сочетанием цены и качества:

- Кситал GSM с модификациями 4Т, 8Т и 12Т — цифры означают количество зон/комнат, которые можно контролировать. Прибор подходит для любого котла, стоимость от 8 до 10 тысяч рублей;

- Sapsan Pro 6 для любого котельного оборудования, можно привязать до 10 номеров. Стоимость от 10 до 16 500 рублей;

- Telcom 2 только для De Dietrich, предполагает подключение до 5 номеров;

- GSM модуль от Terlocom подходит к любой системе отопления и предполагает минимальные настройки. Запрашивают от 6 000 рублей;

- Vitocom 100 только для Viessmann, возможно подключить не более двух номеров. Цена варьируется от 26 до 30 тысяч рублей;

- Logomatic PRO GSM только для Buderus (чаще используют для напольных котлов), максимальное количество номеров — 16. Такая модель обойдётся в 30 000 рублей.

После монтажа обязательно необходимо протестировать работу GSM-модуля. Важно проверить, как быстро при определённых изменениях работы котла будут поступать сообщения.

Пользователь, подключив GSM модуль, получает:

					БР-02069964-43.03.01-11-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

Безопасность. Главная цель GSM модуля — контроль системы отопления и дополнительного оборудования, своевременное информирование об уже случившихся или возможных поломках. Подключив, например, дополнительный датчик бьющегося стекла, сможете оперативно среагировать, если в дом забрались воры.

Комфорт. Управление ключевыми показателями отопления и связанных с ним систем без физического присутствия потребителя рядом с ними. Например, возвращаясь домой, без проблем заранее прогреете воду в бойлере до необходимых показателей или увеличите температуру во всём доме, отправив одно сообщение.

Экономия. Когда никого нет дома, то температура может быть самой минимальной, таким образом, сократить платёж за тепло на существенную сумму. А отсутствие постоянной нагрузки на систему отопления поможет продлить жизнь котлу, бойлеру и др. оборудованию.

Благодаря этим трём преимуществам и формируется товарная привлекательность модуля.

И у GSM оборудования есть и свои недостатки. основополагающим, конечно, является высокая цена устройства.

Пользователи отмечают необходимость постоянного контроля денежного баланса сотовой связи, зависимость от работы оператора и покрытия. Это особенно неудобно для владельцев домов за городом или в отдалённых от мегаполисов посёлках.

К числу дополнительных недостатков относят: сложность самостоятельного подключения и дополнительные траты на монтаж.

Несмотря на минусы покупки, такой модуль существенно упростит эксплуатацию системы, сэкономит деньги в будущем, продлив работу оборудования и снизив счёта за коммунальные услуги. Кроме того, устройство обезопасит от непредвиденных ситуаций с техникой, защитит пустой дом от чужаков.

					БР–02069964–43.03.01–11–19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

Благодаря такому многофункциональному оборудованию можно всегда возвращаться в тёплый и уютный дом, не опасаясь, что котёл сломался.

					БР-02069964-43.03.01-11-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

2 Разработка системы удаленного контроля и управления отоплением с применением облачных технологий

2.1 Выбор оборудования для разрабатываемой системы контроля и управления отоплением индивидуального жилого дома

Системы удаленного контроля и управления отоплением наиболее востребованы в индивидуальных загородных жилых домах, поскольку собственники часто живут в городах и могут длительное время отсутствовать на объекте. Однако, система отопления требует постоянного контроля со стороны собственника жилья. Надежность работы газовых и электрических котлов зависит от таких факторов как бесперебойность электропитания, давление в системе, погодные условия. Например, при пропадании электропитания может отключиться отопительный котел. Также, котел может выйти из строя по причине низкого давления в системе, или промерзнуть во время сильных морозов в отсутствии собственника. Ремонт системы отопления — всегда дорогостоящее мероприятие. Поэтому, несмотря на невысокую платежеспособность населения и, в связи с этим, низкий спрос на системы «умного дома» в нашей стране, опция домашней автоматизации, связанная с контролем и управлением системой газового отопления, пользуется популярностью и спрос на нее постоянно растет.

Разрабатываемая нами система должна решать три основные задачи:

а) поддерживать автоматически выставляемую пользователем температуру;

б) изменять температуру по программе, заданной пользователем, либо в зависимости от температуры окружающей среды;

в) дистанционно управлять отопительной системой и проверять ее состояние (диагностировать).

Реализовать подобную систему в жилых домах можно двумя способами.

					БР–02069964–43.03.01–11–19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

Первый способ заключается в том, чтобы установить оборудование для отопления, в котором сразу предусмотрено удаленное управление. Так, некоторые известные производители отопительного оборудования, такие как Viesmann, Wolf, Buderus, предлагают оригинальные уже встроенные GSM-модули для удаленного контроля и управления. Однако, такие предложения, как правило, весьма дорогостоящие, а также многие производители не устанавливают и не предлагают модули удаленного управления на своих котлах. Поэтому собственники ИЖС зачастую идут по второму пути, когда сначала покупают и устанавливают газовый или электрический отопительный котел и другое отопительное оборудование, а затем через некоторое время приобретают оборудование для системы управления. В связи с этим представляет интерес предложить потенциальным клиентам такую систему удаленного контроля и управления, которую можно было бы, во-первых, легко самостоятельно подключить к отопительному оборудованию в любое время, а во-вторых, которая бы предполагала базовую комплектацию по низкой цене с возможностью дальнейшего расширения функционала.

На первом этапе нашей разработки необходимо осуществить подбор необходимых аппаратных и программных технических средств. На втором этапе разработать проект реализации системы на базе типового индивидуального жилого дома, который можно предоставить для демонстрации потребителю. Рассмотрим первый этап разработки более подробно.

Для разработки системы дистанционного контроля и управления отоплением в первую очередь необходимо выбрать следующие технические средства:

- контроллер с GSM, GPRS, LAN;
- датчики температуры;
- датчик низкого давления;
- датчики для контроля протечки воды, утечки газа, противопожарный датчик (при необходимости).

					БР-02069964-43.03.01-11-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

Далее необходимо организовать web-сервер для сбора и обработки информации и реализовать подключение к нему контроллера через Интернет.

Выбор контроллера управления. В настоящее время на отечественном рынке присутствует несколько производителей контроллеров, предназначенных для систем контроля и управления отоплением в индивидуальных жилых домах. Среди них можно выделить GSM модули компаний Кситал, Sapsan, Телеметрика, ZONT, Аверт. Из анализа предлагаемого этими фирмами оборудования можно сделать вывод, что наиболее популярными являются устройства управления ZONT. Однако, они имеют один существенный недостаток. Для связи с контроллера с сервером через сеть Интернет используется собственный закрытый протокол. Web-сервер и все облачные сервисы поддерживаются самим производителем. Это накладывает некоторые ограничения. Клиент не сможет использовать другие облачные сервисы, а также в случае необходимости расширения функционала в системе будет всегда привязан к одному производителю оборудования. Кроме того, производитель берет абонентскую плату за поддержку дистанционного контроля и управления через Интернет. Поэтому в настоящей работе нами был сделан выбор в пользу GSM контроллеров «Оптима» фирмы Аверт, в новых модификациях которых реализована поддержка открытого протокола MQTT.

Компанией АВЕРТ в настоящее время разработаны и реализуются 4 модели контроллеров: «Оптима-1 Базовая», «Оптима-1», «Оптима-3», «Оптима-4» [5].

В качестве устройства в данной работе предлагается выбрать контроллер «Оптима-3» компании «АВЕРТ».

Во всех контроллерах серии «Оптима» реализовано голосовое управление по звонку, по SMS. В контроллерах «Оптима-1», «Оптима-3» можно реализовать также функцию управления через Интернет по протоколу MQTT.

Устройство «Оптима-1» предназначено для дистанционного контроля и управления температурой помещения, выявления неисправностей по датчикам

					БР–02069964–43.03.01–11–19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

температуры, подключаемым тревожным датчикам, наличия или отсутствия напряжения сети 220В за счет встроенного аккумулятора, а также оповещения о неисправностях по каналам связи GSM/GPRS. Устройство сочетает в себе GSM-термостат (подключается вместо комнатного термостата, может осуществлять нагрев или охлаждение в настраиваемых режимах) и сигнализацию. Устройство имеет возможность подключения jpeg камеры для дистанционного выявления ошибки котла или считывания показаний счетчиков. Технические характеристики приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 — Технические характеристики «Оптима-1»

Характеристика	Значение
Напряжение питания	5В постоянного тока
Максимальная потребляемая мощность	не более 1 Вт (текущая около 0,2 Вт)
Количество встроенных реле (тип-сухой контакт)	2
Максимально коммутируемый ток контактов реле	1А
Количество тревожных/аварийных входов	4
Количество температурных входов для датчиков типа DS18B20	5
Суммарная длина шлейфа с датчиками температур	50 метров
Дискретность измерения температуры	0,1°C
Максимальное кол-во телефонных номеров для оповещения	3
Голосовое управление по звонку, управление по SMS	есть
Интерфейс 1-Wire для датчиков температур	есть
Питание активных датчиков напряжением +12В	есть
Удаленный сброс сработавших тревожных датчиков	есть
Максимальная нагрузка на выход +12В аварийных датчиков	130мА
Диапазоны GSM-модема	800, 900, 1800, 1900 MHz
GSM антенна	выносная, длина провода 3 метра
Встроенная энергонезависимая память	есть
Резервное питание	АКБ Li-ion 14500, 900мА*ч, с защитой от разряда
Время питания в автономном режиме	без нагрузки до 24 часов
Температура эксплуатации	от -40 до +55
Средний срок службы	8 лет
Материал корпуса	пластик ABS
Поддерживаемые операторы сотовой связи	все операторы
Гарантийный срок	24 месяца со дня продажи
Габаритные размеры устройства	128 x 90 x 25 мм

Устройство «Оптима-1» представлено на рисунке 2.1.

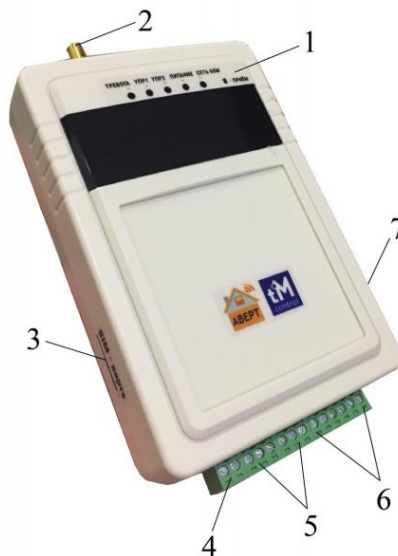


Рисунок 2.1 — Устройство «Оптима-1»

На рисунке 2.1 цифрами обозначены следующие элементы устройства:

- а) 1 — панель индикации: отображает текущее состояние устройства:
- «Сеть GSM» - индикатор наличия сотовой связи, при достаточном для работы уровне сигнала сотовой связи горит непрерывно, гаснет при отсутствии GSM сигнала;
 - «Питание» - индикатор питания, при заряженном аккумуляторе горит непрерывно, при зарядке мигает, гаснет при отсутствии напряжения 220В;
 - «УПР1», «УПР2» - при включении каналов управления горят непрерывно;
 - «Тревога» - мигает при наличии тревожных сообщений (при сработке датчиков или выходе температуры за пределы контролируемых значений).
 - «Прием» - мигает при отправке команд серверу;

б) 2 — разъем для внешней антенны, служит для подключения GSM-антенны;

в) 3 — держатель SIM карты: служит для установки SIM карты;

г) 4 — вход температурных датчиков: служит для параллельного подключения пяти проводных датчиков температуры DS18B20;

д) 5 — выходы управления: служат для управления нагрузкой с током потребления не более 1А;

е) 6 — входы аварийных датчиков (Vx1) и (Vx2), входы подключения jpeg камеры (Vx3) и (Vx4) с питанием +12В: служат для подключения аварийных датчиков (геркона, дыма, газа, движения, протечки, объема и т.д.), а также jpeg камеры;

ж) 7 — вход для подключения питания +5В.

Выход термостата устройства подключается вместо выхода комнатного термостата, поэтому оно совместимо со всеми котлами или кондиционерами, поддерживающими комнатный термостат. Подключение устройства к котлу не является обязательным. Для контроля системы отопления достаточно разместить температурные датчики в ключевых точках помещения.

Устройство «Оптима-3», представленное на рисунке 2.2, сочетает в себе до шести независимых GSM-термостатов (подключаются вместо комнатных термостатов, которые могут осуществлять нагрев или охлаждение в настраиваемых режимах) и сигнализацию. Контроллер «снабжен аккумулятором Li-ion 14500 (900 мА·ч, с защитой от разряда), что позволяет, во-первых, работать ему в автономном режиме, до 24 часов сохраняя функциональность, и, во-вторых, оповещать собственника жилья об отсутствии напряжения сети 220 В. Кроме того, от этого встроенного аккумулятора контроллер обеспечивает питание активных датчиков (движения, дыма, объема, протечки и т.д.) напряжением + 12 В, и при пропадании напряжения 220 В датчики и каналы управления продолжают работать.

					БР-02069964-43.03.01-11-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

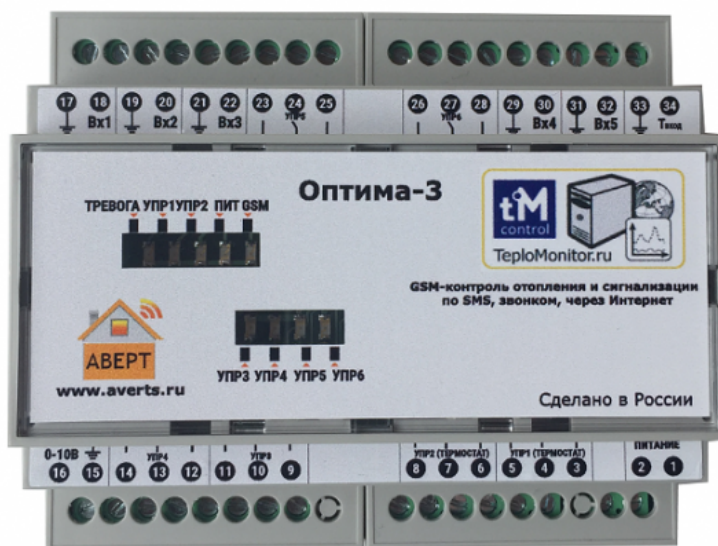


Рисунок 2.2 — «Оптима-3»

Устройство «Оптима-3» состоит из таких элементов как:

- а) 1,2 — питание 8-40 В;
- б) 3,4,5 — управляющий выход УПР1 (ТЕРМОСТАТ) (1 нормально-замкнутый и 2 нормально-разомкнутых контакта);
- в) 6,7,8 — управляющий выход УПР2 (ТЕРМОСТАТ) (1 нормально-замкнутый и 2 нормально-разомкнутых контакта);
- г) 9,10,11 — управляющий выход УПР3 (1 нормально-замкнутый и 2 нормально-разомкнутых контакта);
- д) 12,13,14 — управляющий выход УПР4 (1 нормально-замкнутый и 2 нормально-разомкнутых контакта);
- е) 15,16 — выход 0-10 В для «умного» управления горелкой котла;
- ж) 17,18 — дискретный вход Вх1;
- и) 19,20 — дискретный вход Вх2;
- к) 21,22 — дискретный вход Вх3;
- л) 23,24,25 — управляющий выход УПР5 (1 нормально-замкнутый и 2 нормально-разомкнутых контакта);
- м) 26,27,28 — управляющий выход УПР6 (1 нормально-замкнутый и 2 нормально-разомкнутых контакта);

- н) 29,30 — дискретный вход Вх4;
- п) 31,32 — дискретный вход Вх5;
- р) 33,34 — дискретный вход Твход.

Характеристики контроллера приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 — Характеристики контроллера «Оптима-3»

Характеристика	Значение
Напряжение питания	8 – 40В постоянного тока
Потребляемая мощность	не более 1 Вт (текущая около 0,2 Вт)
Резервное питание	АКБ Li-ion 14500, 900мА·ч, с защитой от разряда
Время питания в автономном режиме	без нагрузки до 24 часов
Центральный процессор	8-разрядный RISC-процессор 16 МГц
Интерфейсы связи	GSM модем
Встроенная энергонезависимая память	есть
Количество встроенных реле (тип-сухой контакт)	6
Максимально коммутируемый ток контактов реле	1А
Количество тревожных/аварийных входов	5
Количество температурных входов для датчиков типа DS18B20	10
Суммарная длина шлейфа с датчиками температур	50 метров
Дискретность измерения температуры	0,1°С
Интерфейс 1-Wire для датчиков температур	есть
Питание активных датчиков напряжением +12В	есть
Максимальная нагрузка на выход +12В аварийных датчиков	130 мА
Удаленный сброс сработавших тревожных датчиков	есть
Диапазоны GSM-модема	800, 900, 1800, 1900 MHz
Канал передачи данных	GPRS
GSM антенна	выносная, длина провода 3 метра
Максимальное кол-во телефонных номеров для оповещения	3
Голосовое управление по звонку, управление по SMS	Есть
WEB-интерфейс для управления через Интернет	Есть
Поддерживаемые операторы сотовой связи	все операторы
Температура эксплуатации	от -40 до +55 °С
Средний срок службы	8 лет
Гарантийный срок	24 месяца со дня продажи
Материал корпуса	пластик
Степень защиты корпуса	IP20
Масса, не более:	500 г
Габаритные размеры устройства	160x90x60 мм
Габаритные размеры упаковки	200x100x70 мм

Важной особенностью разработанного контроллера является возможность запуска и устойчивой работы в условиях отрицательных температур (до -40°C) за счет системы встроенного обогрева платы и аккумулятора. Таким образом, можно организовать охрану и контроль температуры в неотапливаемом помещении.

Контроллер имеет следующие функциональные возможности:

- позволяет подключить 10 датчиков температуры;
- имеет 6 каналов управления;
- имеет канал управления котлом напряжением 0–10 В;
- имеет возможность контролировать 5 тревожных зон.

В «Оптима-3» два канала управляются по температуре, или в режиме «включено-выключено». Дополнительные четыре канала управляются в режиме «включено-выключено», настраиваются в зависимости от срабатывания тревожных датчиков, или включаются по расписанию.

Устройство «Оптима-3» позволяет осуществлять дистанционный контроль и управление температурой помещения. Для осуществления этой функции контроллер подключается к газовому котлу вместо комнатного термостата (рисунок 2.3). При этом устройство совместимо с газовыми котлами многих производителей. На практике в настоящее время контроллеры «Оптима» могут работать с котлами следующих фирм: Viessmann, Dakon, Navien, Beretta, Bosh, Buderus, Эван, Nibe, Protherm, Thermona, Electrolux, РусНИТ, Vaillant, Baxi, Ariston.

Контроллер «Оптима-3» поддерживают оптимальные температурные параметры во время управления котлом, вследствие чего происходит значительная экономия газа и электроэнергии. Предусмотрена возможность настройки недельного расписания, а также включения режима «эконом» в отсутствие владельца. На некоторых объектах удалось достичь 50% экономии по потреблению природного газа и 30% — по потреблению электроэнергии.

					БР–02069964–43.03.01–11–19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

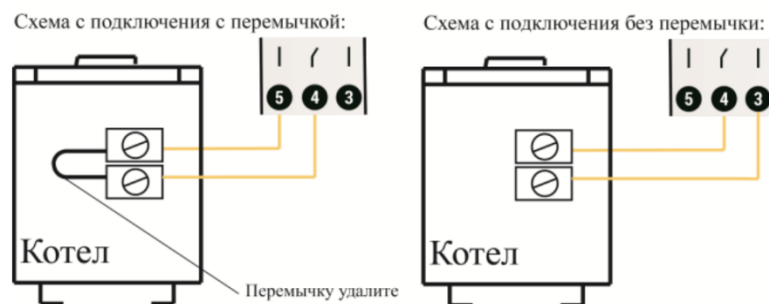


Рисунок 2.3 — Принципиальная схема подключения котла отопления к контроллеру

Контроль температуры отапливаемого помещения производится по 5 подключаемым по технологии 1-wire датчикам температуры (рисунок 2.4).

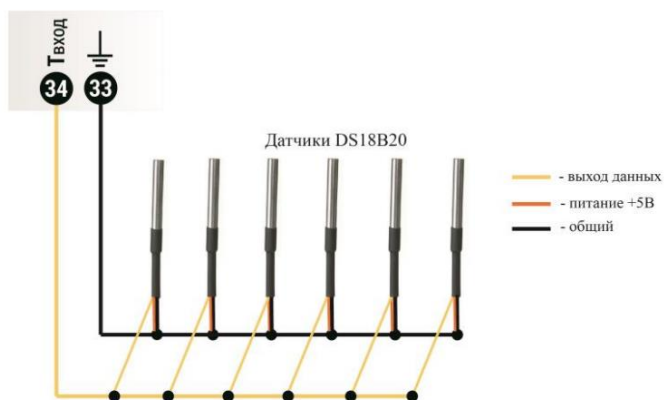


Рисунок 2.4 — Схема подключения датчиков температуры к контроллеру «Оптима-3»

Контроллеры «Оптима-3» можно использовать для механической регулировки системы отопления, разместив датчики температуры в комнате или на обратном контуре. Датчики температуры также контролируют и исправность отопительной системы. Оповещение собственника жилья о неисправности системы происходит в случае выхода температуры по каждому подключенному датчику за верхний или нижний пороги.

Если необходимо осуществлять только контроль отопительной системы

(без функции управления), то подключать контроллер к газовому котлу нет необходимости, достаточно разместить температурные датчики в ключевых точках помещения.

Современные газовые котлы имеют встроенную микропроцессорную систему управления и контроля, которая определяет неисправность и выводит на дисплей код ошибки. В случае появления ошибки, подключенный к газовому котлу контроллер «Оптима-3» с помощью тревожного датчика оповестит собственника.

Возможности «Оптима-3» позволяют кроме управления отопительной системы помещения на базе одного устройства реализовать другие опции домашней автоматизации. С помощью контроллера «Оптима-3» в данной работе предлагается организовать контроль системы отопления, именно:

- контроль протечки воды;
- контроль задымленности;
- контроль утечки природного газа.

Далее следует выбрать необходимые совместимые с контроллером датчики для реализации системы удаленного контроля и управления отоплением.

Выбор датчиков. Для контроля температуры, как уже было отмечено выше, необходимо использовать датчики, подключаемые по технологии 1-wire. Предлагается использовать датчики DS18B20.

DS18B20 (рисунок 2.5) — это цифровой температурный датчик, обладающий множеством полезных функций [13].

DS18B20 это цифровой измеритель температуры, с разрешением преобразования 9-12 разрядов и функцией тревожного сигнала контроля за температурой. Параметры контроля могут быть заданы пользователем и сохранены в энергонезависимой памяти датчика.

Питание датчик может получать непосредственно от линии данных,

					БР–02069964–43.03.01–11–19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

без использования внешнего источника. В этом режиме питание датчика происходит от энергии, запасенной на паразитной емкости.

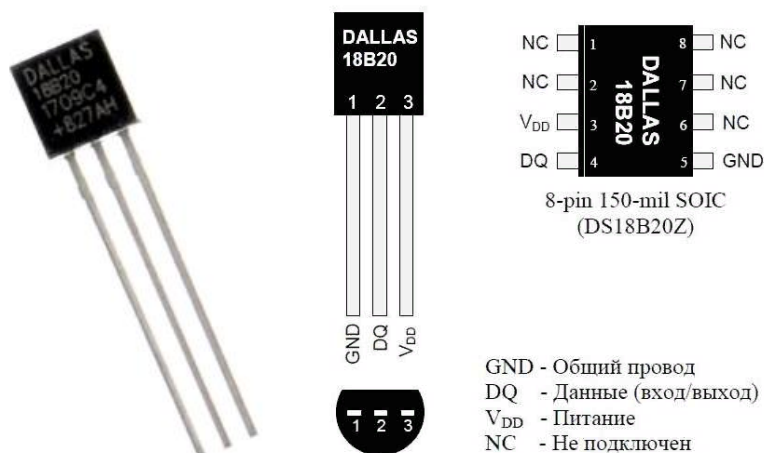


Рисунок 2.5 — Датчик температуры DS18B20

Диапазон измерения температуры составляет от -55 до $+125$ °С. Для диапазона от -10 до $+85$ °С погрешность не превышает $0,5$ °С.

Режим датчика DS18B20 крайне удобен для использования в системах экологического контроля, мониторинга температуры в зданиях, узлах оборудования.

В качестве датчика низкого давления предлагается использовать реле давления РМ/5 фирмы ITALTECNICA, представленное на рисунке 2.6 [20].



Рисунок 2.6 — Реле давления РМ/5

Оно представляет собой устройство, управляющее включением-выключением насоса при достижении в водопроводной сети определенного, заранее установленного давления.

Реле давления РМ/5 предназначено для управления включением-выключением любых однофазных (230 В) насосов мощностью до 1,5 кВт.

Когда давление падает ниже установленного уровня, «Оптима-3» передает тревожный сигнал пользователю, а реле включает насос. После достижения требуемого давления насос выключается.

Технические характеристики:

- напряжение сети — 230 В, 50 Гц;
- максимальная мощность — 1500 Вт;
- максимальный коммутируемый ток — 12А;
- максимальное рабочее давление — 5 бар;
- диапазон регулирования давления включения — 1 - 2.5 бар;
- диапазон регулирования давления выключения — 1.8 - 4.5 бар;
- присоединительный размер 1/4" (наружная или внутренняя резьба).

Для контроля протечки воды предлагается датчик «H2O-Контакт» (рисунок 2.7), который предназначен для обнаружения воды или другой токопроводящей неагрессивной жидкости в контролируемом объеме и используется для работы в адресных системах сигнализации, а также с контроллерами автоматизированных систем управления с «сухим контактом» [2].

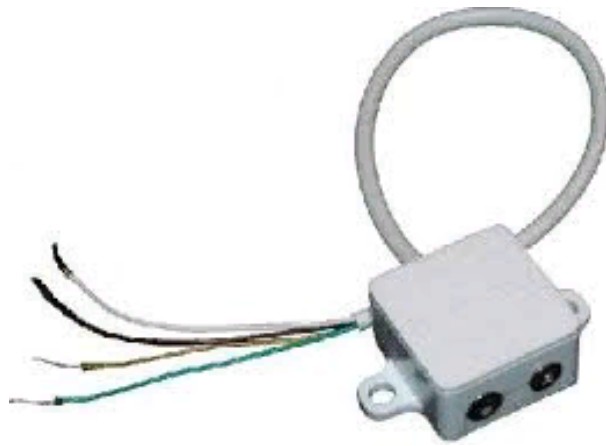


Рисунок 2.7 — Датчик воды «H2O-Контакт»

Используется для контроля несанкционированного появления воды в насосных станциях, венткамерах, превышение уровня в поддонах дренажей кондиционеров, наличие воды в пространствах под фальшполами, контроль уровня воды в приемках и т.п.

Датчик протечки воды "H2O-Контакт" универсален и имеет полную совместимость с большинством пороговых и адресно-аналоговых приемно-контрольных приборов и контроллеров отечественного и импортного производства.

При достижении уровнем воды внешних контактов датчика, датчик срабатывает и на выходе формируется аварийный сигнал. При понижении уровня воды датчик вернется в дежурный режим. При этом приемно-контрольное устройство обрабатывает полученную тревогу, выдает светозвуковую сигнализацию, а также управляет специальными соленоидными клапанами, моторизованными задвижками и кранами, прекращающими подачу воды.

Датчики устанавливаются несколькими способами. Наиболее распространенные это способы в пол или на пол. Допускается монтаж при помощи двухстороннего скотча, строительных клеев и герметиков, можно использовать саморезы при поверхностном монтаже. Датчик работает таким образом, что он не реагирует на небольшое количество влаги, брызги или капли воды, но как только уровень влаги превышает допустимую норму — он сразу

										Лист
										47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БР-02069964-43.03.01-11-19					

сработает. Прибор рассчитан для работы при температуре окружающей среды выше 0°C. Установка датчика в шлейф контрольного прибора осуществляется специалистом. Датчик герметичен и монтируется в любом положении.

Не рекомендуется применять датчик «H₂O-Контакт» в качестве датчика нижнего уровня, чтобы он был постоянно под водой, а в качестве датчика верхнего уровня он вполне подходит, т.к. аварийное погружение на непродолжительное время в контролируемую среду ему не навредит. Высота установки зависит от конкретной цели применения. Датчик устанавливается в таком месте, где будет исключено случайное прямое попадание жидкости во избежание ложных срабатываний. После монтажа рекомендуется проверить работоспособность датчика.

В процессе эксплуатации рекомендуется периодическая очистка наружных контактов датчика от грязи и отложений, при этом не допускается использование абразивных и химически активных веществ. На время профилактики следует отключить систему для предотвращения ложных срабатываний.

Технические характеристики:

Напряжение питания от внешнего источника питания 5-24 В;

Ток потребления в режиме тревоги — 5 мА;

Степень защиты — IP55;

Диапазон рабочих температур — -20...+55°C;

Габаритные размеры — 25x25x15 мм.

Для контроля утечки газа предлагается датчик СГ-5 фирмы Аверт (рисунок 2.8) [12].

					БР-02069964-43.03.01-11-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48



Рисунок 2.8 — Датчик контроля утечки газа СГ-5

Основное назначение датчика:

- обнаружение утечки бытового газа (природный газ, метан) в квартирах, промышленных и коммерческих зданиях;
- применение совместно с охранно-пожарными системами;
- применение совместно с устройствами серии "Оптима" (позволяет очень быстро узнать об утечке газа — датчик зафиксировывает отклонение по загазованности, а устройство Оптима незамедлительно сообщит об этом владельцу);
- использование в помещениях с заведомо повышенной загазованностью.

Данный датчик имеет автоматическую регулировку чувствительности. При первом включении СГ-5 в течение минуты измеряется средняя концентрация газа в помещении, после чего запоминается значение степени загазованности, которое впоследствии принимается за норму. В случае отклонения загазованности в сторону увеличения датчик переходит в тревожный режим — загорается световая индикация и посылается сигнал на выходное реле. Это позволяет использовать датчик в помещениях с заведомо повышенной загазованностью.

Питается СГ-5 от источника постоянного напряжения + 5 В. Релейный выход можно подключить на включение вентиляции и электромагнитного клапана. Датчик СГ-5 может быть использован совместно с системами дистанционного управления и контроля, а также для моментального определения надежности резьбовых и сварных соединений газоподводящих

					БР-02069964-43.03.01-11-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

конструкций.

Применение СГ-5 совместно с устройством «Оптима-3» позволяет оперативно узнать собственнику помещения об утечке газа, поскольку датчик фиксирует даже небольшое отклонение по загазованности.

Техническая спецификация датчика контроля утечки газа СГ-5 представлена в таблице 2.3.

Таблица 2.3 — Спецификация датчика СГ-5

Характеристика	Значение
Время отклика	<10с
Напряжение питания	5В постоянного тока
Максимальная потребляемая мощность	не более 1 Вт (текущая около 0,8 Вт)
Относительная чувствительность	0,6
Диапазон измерений	20~1000 ppm
Количество встроенных реле (тип-сухой контакт)	1
Максимально коммутируемый ток контактов реле	1А
Температура эксплуатации	-20 ~ +50°C
Средний срок службы	5 лет
Материал корпуса	пластик
Габаритные размеры устройства	90 x 65 x 35 мм

Для организации пожарной сигнализации предлагается датчик дыма ИПД 3.2 производства российской фирмы «Артон» (рисунок 2.9), предназначенный для непрерывной круглосуточной работы по четырехпроводной схеме включения [7].



Рисунок 2.9 — Датчик дыма ИПД 3.2

Для индикации состояния извещателя используется светодиод красного свечения, который в дежурном режиме вспыхивает с частотой 1 Гц, а в режиме "ПОЖАР" светится непрерывно.

Особенности Артон ИПД-3.2:

- обнаружение пожаров на ранней стадии;
- высокая устойчивость к ложным срабатываниям;
- 4-х проводное подключение к ППКП;
- нормально-разомкнутые контакты реле;
- индикация дежурного режима работы и режима «Пожар»;
- совместимость с разными ППКП;
- возможность монтажа как на потолке, так и на стене;
- наличие декоративных колец для монтажа на подвесных потолках.

Стоит отметить, что функции оповещения о пожаре не пропадут и при отсутствии 220В.

Технические характеристики Артон ИПД-3.2 представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 — Технические характеристики Артон ИПД-3.2

Характеристика	Значение
Единица измерения	1 шт
Габариты	100x100x48 мм
Масса	0.15 кг
Диапазон питающих напряжений	12 ±1.2 В
Ток потребления в дежурном режиме	не более 95 мА

Способ подключения к ППК	четырёхпроводный ШПС
Наличие индикации дежурного режима	да
Максимально допустимый ток в режиме ПОЖАР	от 12 до 22 мА
Время отключения питания для возврата в дежурный режим работы	3 сек
Способ формирования выходного сигнала	контактами реле

Техническое решение по удаленной диагностике отопительного котла.

Проанализировав технические средства удаленной диагностики отопительных котлов, следует отметить, что поддержка данной функции сильно затруднена. Хотя производители отопительных котлов, как правило, и предусматривают считывание кода ошибки котла контроллерами, однако поддерживают совершенно разные закрытые протоколы. Поэтому поддержка данной функции ведет, во-первых, к удорожанию контроллера, а во-вторых, эта функция будет рабочей только для котлов определенных производителей, поскольку реализовать поддержку всех известных протоколов весьма затруднительно. Контроллеры «Оптима» как видно из описания выше поддерживают подключение JPEG камеры (рисунок 2.10). Поэтому в нашей системе предлагается это использовать для диагностики отопительных котлов. То есть, камера будет служить для узнавания визуального состояния котельной путем запроса изображения по MMS, либо через Web-сервис.

Камера устанавливается напротив информационного экрана котла и подключается напрямую к основному блоку GSM-модуля. Информация передается файлами размером 8 кбайт. Данный размер достаточен, чтобы отобразить данные информационного экрана котла. После подключения модуль сам обнаруживает камеру, пользователю остается лишь открыть соответствующее поле камеры в личном кабинете Web-сервиса, и нажать кнопку "Обновить". Примерно через 2 минуты актуальное фото появится на экране. Камера питается напрямую от основного блока, и в случае пропадания 220В продолжит свою работу от встроенного аккумулятора GSM-модуля [4].



Рисунок 2.10 — JPEG камера

Такая диагностика имеет ряд преимуществ перед стандартным способом:

- позволяет легко и дешево осуществлять дистанционную диагностику котлов любых производителей, даже старых моделей;

- отсутствие прямого взаимодействия с котлом позволяет 100% сохранить гарантию на котёл (не одна гарантийная пломба не повредиться);

- возможность диагностировать состояние котла, даже если он не отвечает по шине, и если вообще не имеет диагностической шины;

- пользователю виден результат, если электроника котла полностью неисправна.

2.2 Выбор облачной платформы для системы удаленного контроля и управления отоплением

Современная система дистанционного контроля и управления должна быть реализована на базе web-технологий. Клиентам, приобретающим подобные системы, не достаточно осуществлять управление с помощью SMS и голосовых сообщений. С появлением смартфонов гораздо удобнее управлять своей системой с помощью графического web-интерфейса. Поэтому главной задачей при разработке системы дистанционного контроля и управления

										Лист
										53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БР-02069964-43.03.01-11-19					

отоплением индивидуального жилого дома является выбор web-платформы, которая бы содержала все необходимые сервисы.

При решении данной задачи, во-первых, необходимо определиться по какому протоколу будет осуществляться взаимодействие контроллера с сервером, а во-вторых — использовать имеющуюся стороннюю платформу в сети Интернет, поддерживающую выбранный протокол, либо разрабатывать свою платформу.

При выборе протокола для взаимодействия контроллера с сервером можно пойти тремя путями. Первый путь — это разработать свой закрытый протокол, который будет поддерживаться только устройствами одного производителя. В этом случае необходимо организовать и поддерживать самостоятельно в дальнейшем не только web-сервер, но и всю web-платформу, служащую для взаимодействия клиента с системой. Данный путь имеет существенный недостаток — сильная зависимость клиента от производителя оборудования. То есть потребитель не сможет дополнить свою систему устройствами управления другого производителя и не сможет перейти на другую web-платформу, например, с более выгодными устройствами. Кроме того, если вдруг компания — производитель оборудования прекратит свою деятельность, то клиенты, приобретавшие их товар, потеряют возможность дистанционного управления своей домашней системой через Интернет. Для производителя же недостатком является то, что он будет вынужден нести постоянные затраты на поддержку web-сервисов не зависимо от текущего положения в компании.

Второй путь — это разработать собственный открытый протокол. В данном случае производителю также придется разрабатывать и поддерживать в дальнейшем web-платформу. Поскольку протокол является открытым, то его могут в дальнейшем использовать другие производители, однако вероятность этого достаточно мала, так как в настоящее время уже имеются более известные открытые протоколы взаимодействия. Поэтому и клиент и компания-

					БР-02069964-43.03.01-11-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

производитель, скорее всего, столкнутся с теми же проблемами, что и при реализации первого пути.

Третий путь заключается в том, чтобы взять наиболее известный открытый протокол взаимодействия контроллера с сервером, например MQTT. В этом случае вышеперечисленные недостатки будут отсутствовать. Поддержка устройствами управления открытого известного всем протокола позволит с легкостью переходить с одной web-платформы на другую. Недостатком может быть относительная уязвимость открытых протоколов. Однако, следует отметить, что разработка собственного протокола с высокой степенью безопасности очень дорогостоящая задача.

В настоящей работе взаимодействие контроллера с сервером предлагается реализовать по открытому протоколу MQTT.

MQTT (Message Queue Telemetry Transport) — легкий открытый сетевой протокол, работающий на прикладном уровне поверх TCP/IP и в настоящее время широко используемый для обмена данными между отдельными устройствами в сетях IoT. Графическое представление протокола представлено на рисунке 2.11 [15].

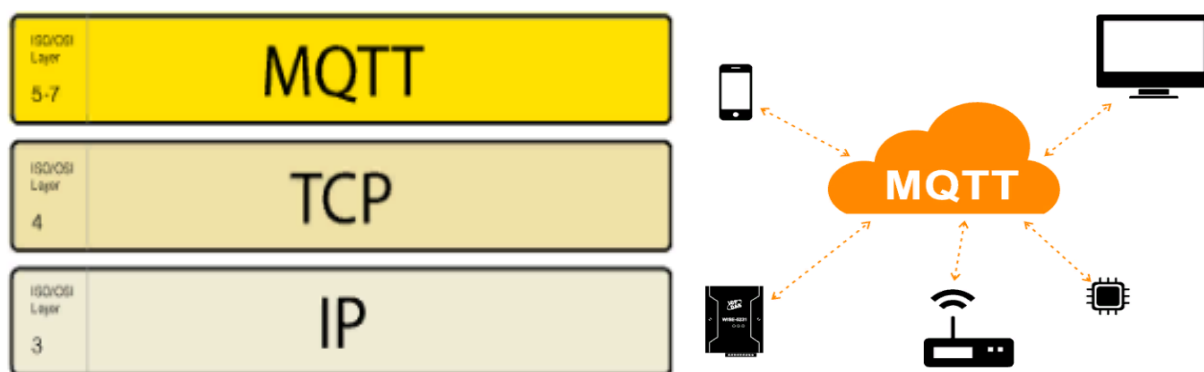


Рисунок 2.11 — Графическое представление протокола MQTT

Минимальный объем служебной информации, наличие классов обслуживания и иерархическая структура тем являются неоспоримыми достоинствами протокола MQTT, что подтверждается большим разнообразием

как клиентского, так и серверного ПО, в том числе открытого ПО.

Он разработан в расчёте на маломощные встроенные устройства, поэтому вычислительные требования для его реализации минимальны. В дополнение к очень низкой нагрузке на систему, MQTT отличается высокой эффективностью и надёжностью связи даже в сетях с низкой пропускной способностью.

MQTT превосходно подходит для использования во встроенных устройствах, так как:

- он асинхронный и поддерживает несколько уровней качества обслуживания, что важно при наличии ненадежного подключения к Интернету;
- он отправляет короткие, сжатые сообщения, что удобно в случае невысокой пропускной способности соединения;
- для внедрения клиента не требуется устанавливать большое количество ПО, благодаря чему он прекрасно подходит для устройств с ограниченным объемом памяти, таких как Arduino.

MQTT идеален для использования в контроллерах и датчиках где требуется небольшой размер кода и есть ограничения по пропускной способности канала.

Основные черты протокола MQTT:

- обмен сообщениями происходит по принципу "издатель-подписчик" (Pub-Sub);
- размер заголовка сообщения составляет 2 байта, а полезная нагрузка может варьироваться от 1 байта до 260 Мбайт;
- в протоколе заложена возможность выбора одного из трех уровней обслуживания.

Клиенты в системе, работающей по протоколу MQTT, могут быть издателями или подписчиками сообщений. Сообщения между издателем и подписчиком передаются не напрямую, а через брокер сообщений. То есть издатель отправляет данные на MQTT брокер, указывая в сообщении определенную тему (topic). Другой клиент может подписаться на этот topic и

					БР-02069964-43.03.01-11-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

считывать сообщения от издателя.

Устройства MQTT используют определенные типы сообщений для взаимодействия с брокером, ниже представлены основные:

- Connect – установить соединение с брокером;
- Disconnect – разорвать соединение с брокером;
- Publish – опубликовать данные в топик на брокере;
- Subscribe – подписаться на топик на брокере;
- Unsubscribe – отписаться от топика.

Схема простого взаимодействия между подписчиком, издателем и брокером представлена на рисунке 2.12.



Рисунок 2.12 — Схема взаимодействия в MQTT

Таким образом, всё общение между клиентами проходит транзитом через сервер, который перенаправляет данные другим клиентам с учетом их подписок. Подписчики могут получать разные данные от множества издателей. Иерархическая структура топиков имеет формат «дерева», что упрощает их организацию и доступ к данным.

Данный протокол был выбран, поскольку он обладает рядом преимуществ по отношению к другим протоколам, среди которых:

- низкое потребление трафика;
- низкая нагрузка на канал связи;
- отсутствие задержек в передаче данных;
- возможность работы в условиях нестабильной связи на линии передачи данных;

- поддержка нескольких уровней качества обслуживания (QoS).

Следует отметить, что протокол MQTT является стандартом де-факто для современных облачных систем. Данный протокол поддерживается абсолютно всеми современными облачными системами.

Поддержка данного протокола устройством позволяет использовать его совместно с большим количеством уже существующего ПО и легко интегрировать новые устройства.

Поскольку поддержка собственной web-платформы весьма дорогостоящая задача при разработке нашей системы было решено использовать специализированную платформу «Тепломонитор» (рисунок 2.13).

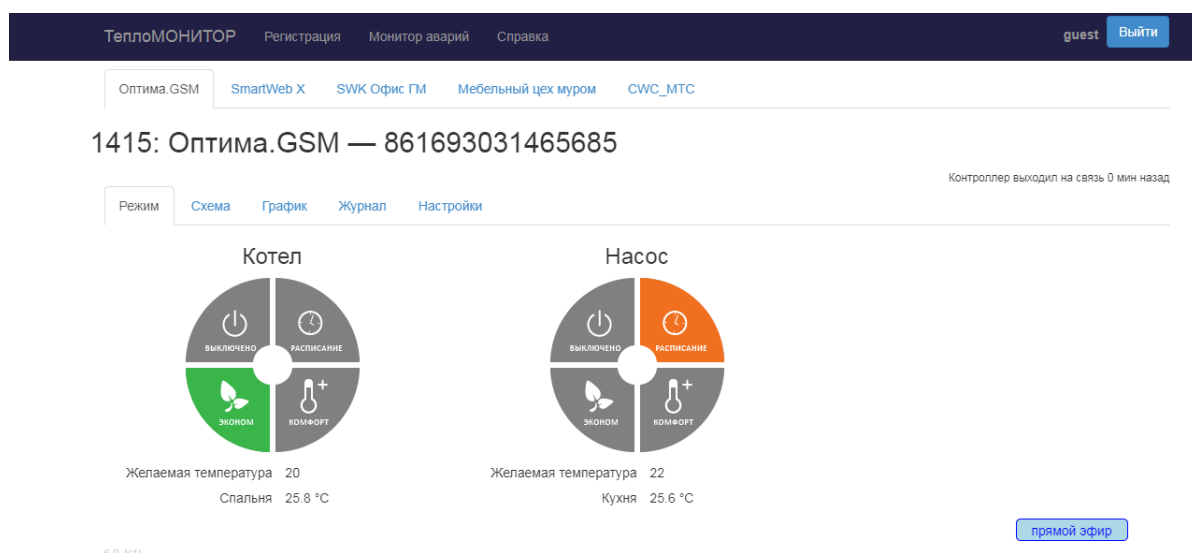


Рисунок 2.13 — Интерфейс веб-платформы «Тепломонитор»

«Тепломонитор» — это платформа для мониторинга и диспетчеризации объектов. В нее входят веб-сервисы сайта teplomonitor.ru и аппараты, непосредственно контролирующие работу системы отопления и состояние тревожных датчиков [27].

Web-сервисы такие как:

- визуализация;
- история событий;

- графики температур;
- управление режимами;
- сервисы для диспетчера.

С помощью web-сервисов можно составлять схемы отопительной системы, управлять, наблюдать за состоянием устройства и помещения со смартфона, планшета или компьютера в режиме реального времени.

С платформой «Тепломонитор» нами был заключен договор, согласно которому оплата за пользование всеми сервисами производится один раз при регистрации устройства «Оптима-3». В дальнейшем всеми сервисами можно пользоваться бесплатно.

При этом нами предлагается, чтобы клиенты при регистрации на сайте устройства ничего не платили, а стоимость пользования платформой «Тепломонитор» была бы включена в стоимость самого контроллера. После покупки контроллера собственнику необходимо будет просто зарегистрироваться на сайте, используя IMEI и номер билета одноразовой регистрации с коробки устройства.

Таким образом, контроль состояния подключенных датчиков, управление и настройка могут осуществляться пользователем через интернет с помощью web-платформы «Тепломонитор».

Для контроля и управления пользователь может использовать мобильное приложение на своем смартфоне или планшете под операционными системами Android или IOS.

Помимо управления через web-интерфейс, в любой момент времени пользователь может запросить состояние устройства или изменить настройки звонком или SMS-командами. Особенно это актуально, если у пользователя отсутствует доступ к сети Интернет. При этом настройки SMSсообщениями и звонками через голосовое меню взаимозаменяемы с настройками через web-сервис. Все настройки, сделанные по SMS или через голосовое меню, передаются на сервер. А то, что настраивается на сервере, в свою очередь,

					БР-02069964-43.03.01-11-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

передается и запоминается устройством.

Наглядно взаимодействие объектов представлено на рисунке 2.14.

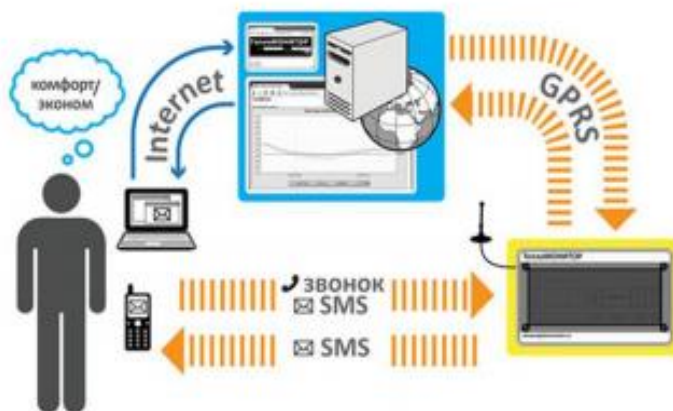


Рисунок 2.14 — Виды управления, поддерживаемые устройствами «Оптима»

2.3 Подключение выбранного оборудования к облачной платформе

В данном параграфе бакалаврской работы разработан алгоритм подключения контроллера к выбранной ранее облачной платформе. Данный алгоритм может в дальнейшем служить инструкцией по настройке облачных сервисов контроллеров «Оптима».

Для того что бы настроить оборудование с помощью мобильного телефона следует выполнить следующие шаги:

а) подключить устройство к сети 220В через адаптер и кабель, входящие в комплект поставки (загорится индикатор «Питание»);

б) поместить SIM-карту в держатель лицевой частью вверх, уголком внутрь, до щелчка (проверка PIN-кода на SIM-карте должна быть отключена). Запустится режим самотестирования, при этом на устройстве поочередно будут загораться сигнальные индикаторы. Необходимо дождаться окончания самотестирования (индикатор «Питание» горит непрерывно или мигает,

индикатор «Сеть GSM» горит непрерывно);

в) необходимо установить выносную антенну в зоне наиболее устойчивой связи (чтобы индикатор «Сеть GSM» на устройстве горел постоянно длительное время);

г) закрепить устройство на стене или другой поверхности, используя крепежи на корпусе;

д) назначить основной номер телефона для оповещения. Для этого отправьте SMS с текстом: ВЫЗОВ1= +7 (917) 693 13 10 0000,

где +7 (917) 693 13 10 0000 - первый номер для оповещения, 0000 - ПИН-код устройства по умолчанию.

В ответ от устройства обязательно должно прийти SMS-подтверждение и звонок с сообщением «напряжение питания в норме»;

е) устройство готово к работе. Чтобы выключить устройство, необходимо выключить его из розетки и извлечь SIM-карту.

Для использования веб-платформы «Тепломонитор» необходимо зарегистрироваться на сервисе, для этого потребуется номер контроллера (IMEI), номер билета, а так же зайти на сайт control.teplomonitor.ru (рисунок 2.15).

Регистрация происходит следующим образом:

- открыть сайт;
- нажать на ссылку “Регистрация для владельцев контроллеров”;
- заполнить поля формы (рисунок 2.16);
- на почту, указанную в форме, придет письмо со ссылкой, подтверждающей регистрацию. Нажать на ссылку;

- на почту придет письмо с логином и паролем для доступа на сервис control.teplomonitor.ru.

Если какое-либо из писем не пришло, необходимо проверить папку «Спам» на своем почтовом ящике.

					БР-02069964-43.03.01-11-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

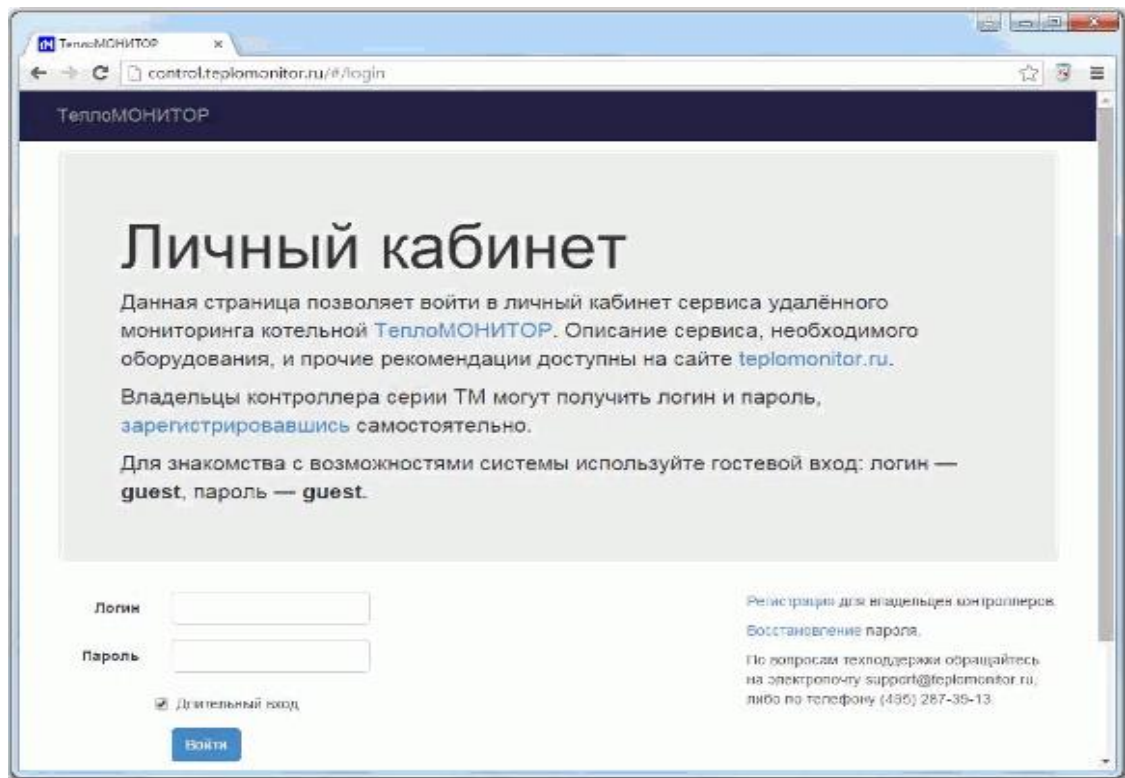


Рисунок 2.15 — Окно входа в личный кабинет

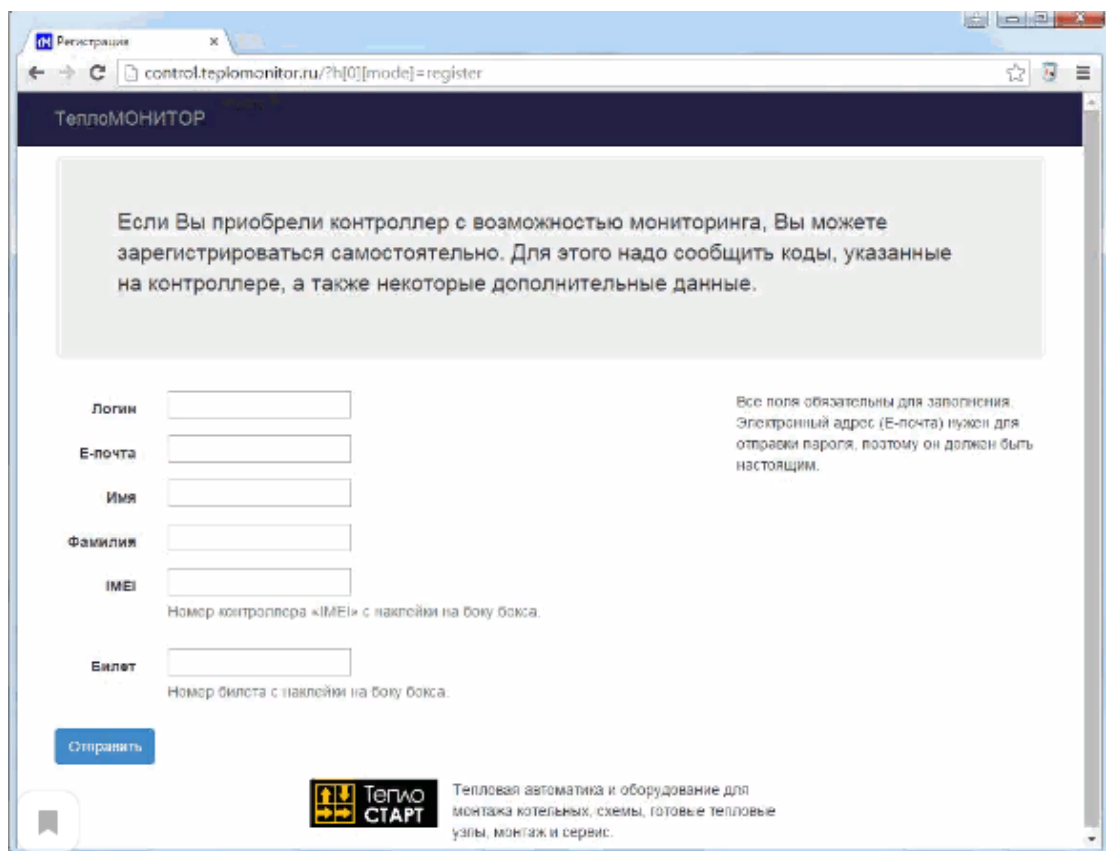


Рисунок 2.16 — Форма для заполнения

Если какое-либо из писем не пришло, необходимо проверить папку «Спам» на своем почтовом ящике.

После успешной активации пользователя, билет гасится и повторное его использование невозможно.

После того, как были совершены регистрационные действия, необходимо:

Произвести первоначальный запуск контроллера (включить его в сеть и вставить SIM-карту).

Набрать номер SIM-карты устройства. После того, как устройство снимет трубку, ввести PIN-код (по умолчанию 0000*), а затем нажать комбинацию клавиш 455*. Устройство проговорит "Тепломонитор включен" и положит трубку. Через некоторое время (2-3 минуты) в аккаунт "Тепломонитора" начнут загружаться параметры устройства, а также станут доступны функции управления.

На сайте control.teplomonitor.ru ввести в соответствующие поля логин и пароль.

Далее откроется личная страница. В верхней части страницы расположены вкладки с названиями ваших объектов, если у вас несколько контроллеров, поддерживающих "Тепломонитор". У каждого объекта есть еще 5 вкладок - «Режим», «Схема», «График», «Журнал» и «Настройки».

На вкладке «Режим», представленный на рисунке 2.17, располагаются круги быстрого изменения режимов и частых настроек. Чаще всего используется именно эта вкладка.

Здесь можно изменить режимы и желаемые температуры для «комнатных устройств», снять или поставить на охрану тревожные датчики.

На вкладке «Схема» (рисунок 2.18) показана упрощенная интерактивная схема системы отопления, а ниже перечислены величины, за которыми ведет наблюдение контроллер "Тепломонитор".

На схеме в желтых окошках, как правило, показаны текущие температуры, а в оранжевых — расчетные температуры.

					БР-02069964-43.03.01-11-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

В синих окошках показаны величины, измеряющиеся в процентах.

Справа вверху видно сколько минут назад контроллер связывался с сервером.

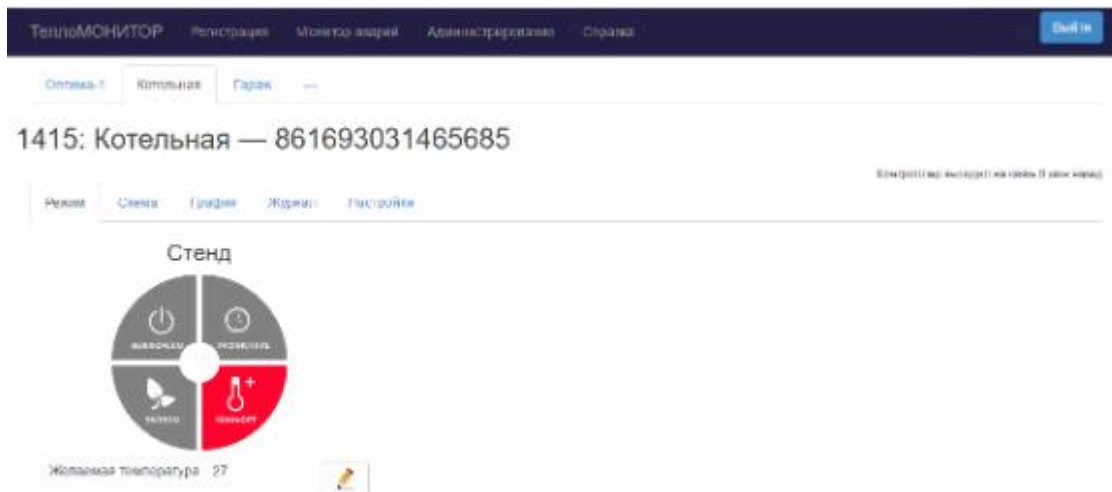


Рисунок 2.17 — Вкладка «Режим»

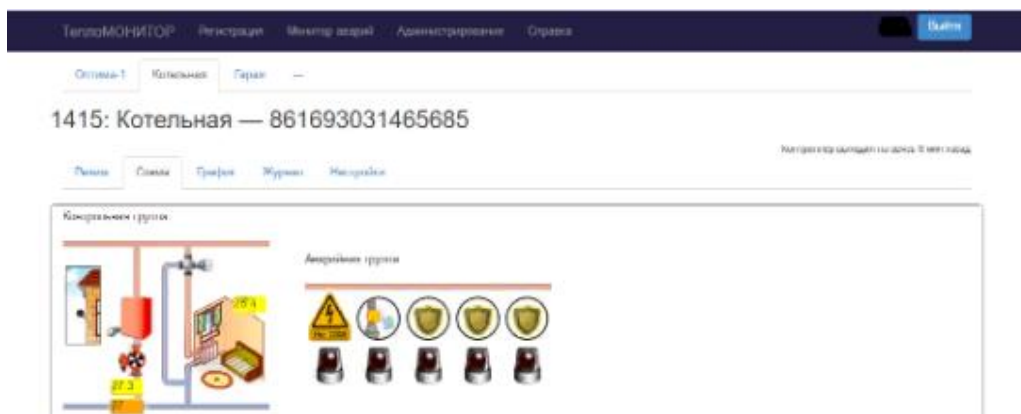


Рисунок 2.18 — Вкладка «Схема»

В норме может пройти до получаса между сеансами связи, это зависит от интенсивности процессов в отопительной системе.

Если это значение превысит 1 час, то контроллер считается потерявшим связь и возникает соответствующее уведомление на экране.

Параметр «Состояние» (рисунок 2.19) отображает последнюю запись из раздела «Журнал».

					БР–02069964–43.03.01–11–19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

после следующего сеанса связи контроллера с сервером "Тепломонитор". Пока состояние не изменилось, рядом с "карандашиком" будет еще значок "шестеренка".

Все остальные настроечные параметры отображаются и могут быть изменены на вкладке "Настройки".

Вкладка «График» состоит из двух областей: вверху — подробный график за выбранный период, внизу — область навигации.

Вкладка «График» представлена на рисунке 2.21.



Рисунок 2.21 — Вкладка «График»

Если нажать на подписи под графиком (легенду), то соответствующий график станет выделенным. Так можно увидеть, где именно на графике искомая линия.

При выделении одного графика появляются точки со значениями.

Добавление параметров на график осуществляется нажатием соответствующих кнопок в списке параметров.

График строится методом последовательного соединения имеющихся точек. Таким образом, даже если целый день не было связи, а на следующий день она появилась, система соединит последнюю точку предыдущего дня и первую точку следующего дня прямой линией. На графике за этот период

параметр «Нет связи» будет в значении «Включено».

Доступны три основных способа управления:

- На подробном графике можно перетаскивать или изменять масштаб графика стандартными манипуляциями с мышкой.

Нажатие плюс перемещение — двигает график.

Двойной щелчок или колесо прокрутки — изменяют горизонтальный масштаб;

- Также сверху присутствуют кнопки, с помощью которых можно сдвигать или пошагово изменять масштаб, чтобы отобразились нужные данные за выбранный период.

Кнопка «Сейчас» позволяет отобразить данные за текущий момент времени.

Этими кнопками можно пользоваться с тач-устройств планшетов, смартфонов и т.п.;

- В области навигации можно выделить заинтересовавший отрезок графика.

В любом случае, выбранная область будет выделена в области навигации, данные по мере необходимости будут подгружены со степенью детализации, отвечающей выбранному масштабу.

Во вкладке «Журнал» (рисунок 2.22) отображаются действия пользователя, а также изменения состояния устройства.

					БР–02069964–43.03.01–11–19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

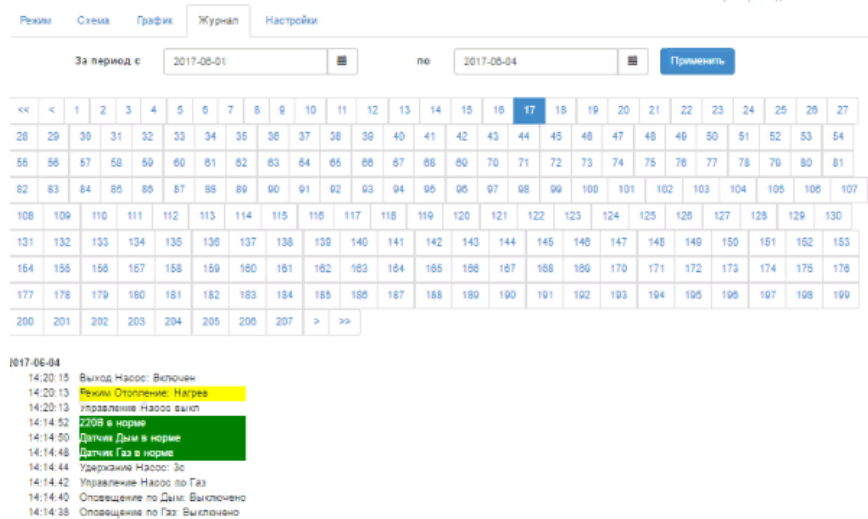


Рисунок 2.22 — Вкладка «Журнал»

Вкладка «Настройки» (рисунок 2.23) содержит все настройки устройства. Устройство можно настроить двумя способами: либо с помощью SMS-команд, либо на сервере. Все изменения, произведенные на сервере, запомнятся на устройстве. Изменения, произведенные с помощью SMS, также передадутся на сервер.

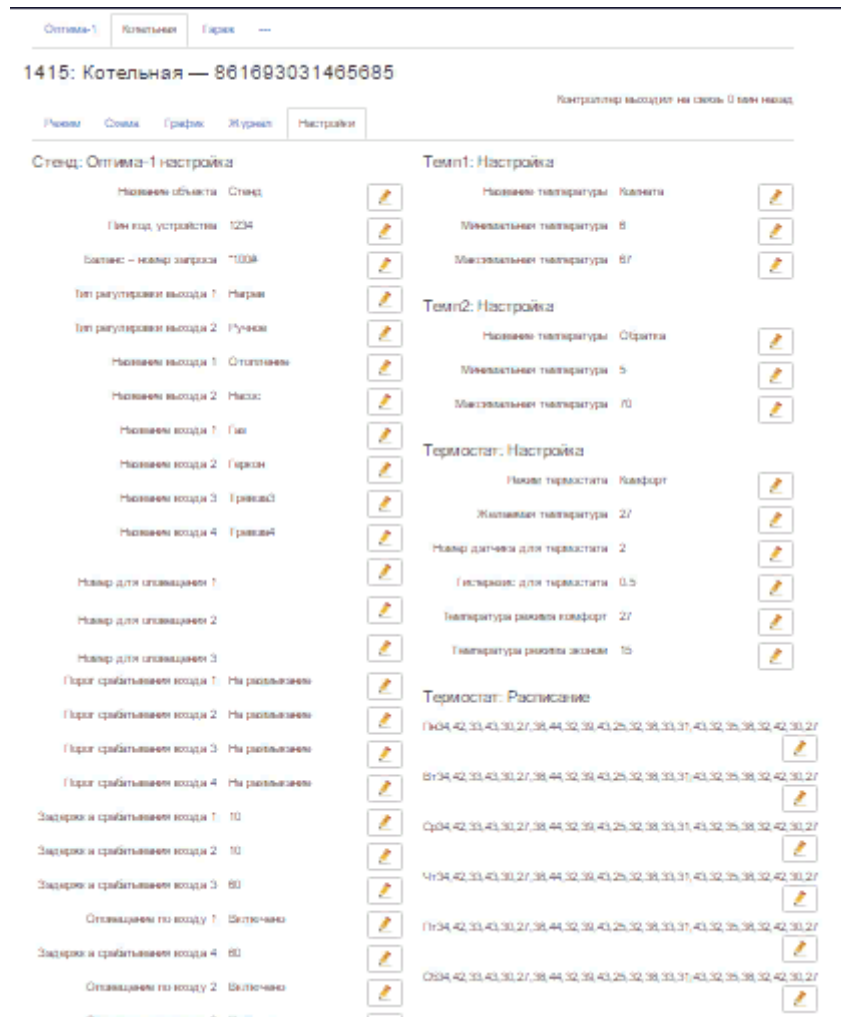


Рисунок 2.23 — Владка «Настройки»

Для добавления нового объекта на свой аккаунт используйте меню «Регистрация» (рисунок 2.24).

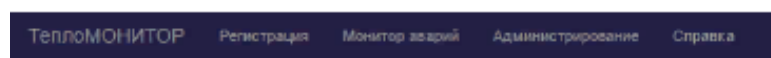


Рисунок 2.24 — Меню

Это меню используется только если вы домовладелец, и у вас несколько своих объектов подключены на "Тепломонитор".

Что касается меню «Монитор аварий» (рисунок 2.25), то он прежде всего необходимо диспетчерам, но оно видно и обычным пользователям.

Здесь показан список контроллеров, их статусы, видно когда и какие аварии происходили. Диспетчеры могут отбить аварию, тогда счетчик ее

срабатываний сбрасывается и она пропадает из списка до следующего раза когда работает.

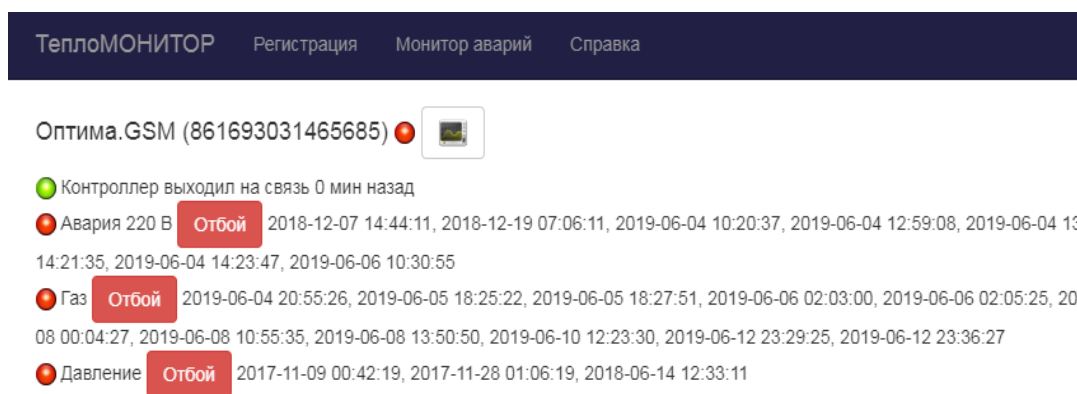


Рисунок 2.25 — «Монитор аварий»

Схемы можно редактировать прямо со страницы контроллера, для этого используется «карандашик» справа вверху.

Схемы бывают двух типов — блочные и специальные. Автоматическая - это блочная схема, которую сгенерировал контроллер самостоятельно.

Если есть необходимость потом применить ту же схему к какому-нибудь другому своему контроллеру, либо просто сохранить вариант схемы, чтобы вернуться к нему позже, есть возможность сохранить шаблон.

2.4 Разработка типового технического проекта системы

В настоящей работе поставлена задача разработки типового проекта системы удаленного контроля и управления отоплением индивидуального жилого дома.

Рассматриваемым в работе объектом автоматизации является двухэтажный частный дом с мансардой.

На объекте уже присутствуют определённые инженерные системы такие как:

- отопление;

										Лист
										70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БР-02069964-43.03.01-11-19					

- освещение.

Схема дома, расположение котла и датчиков представлены на рисунках 2.26, 2.27, 2.28 .

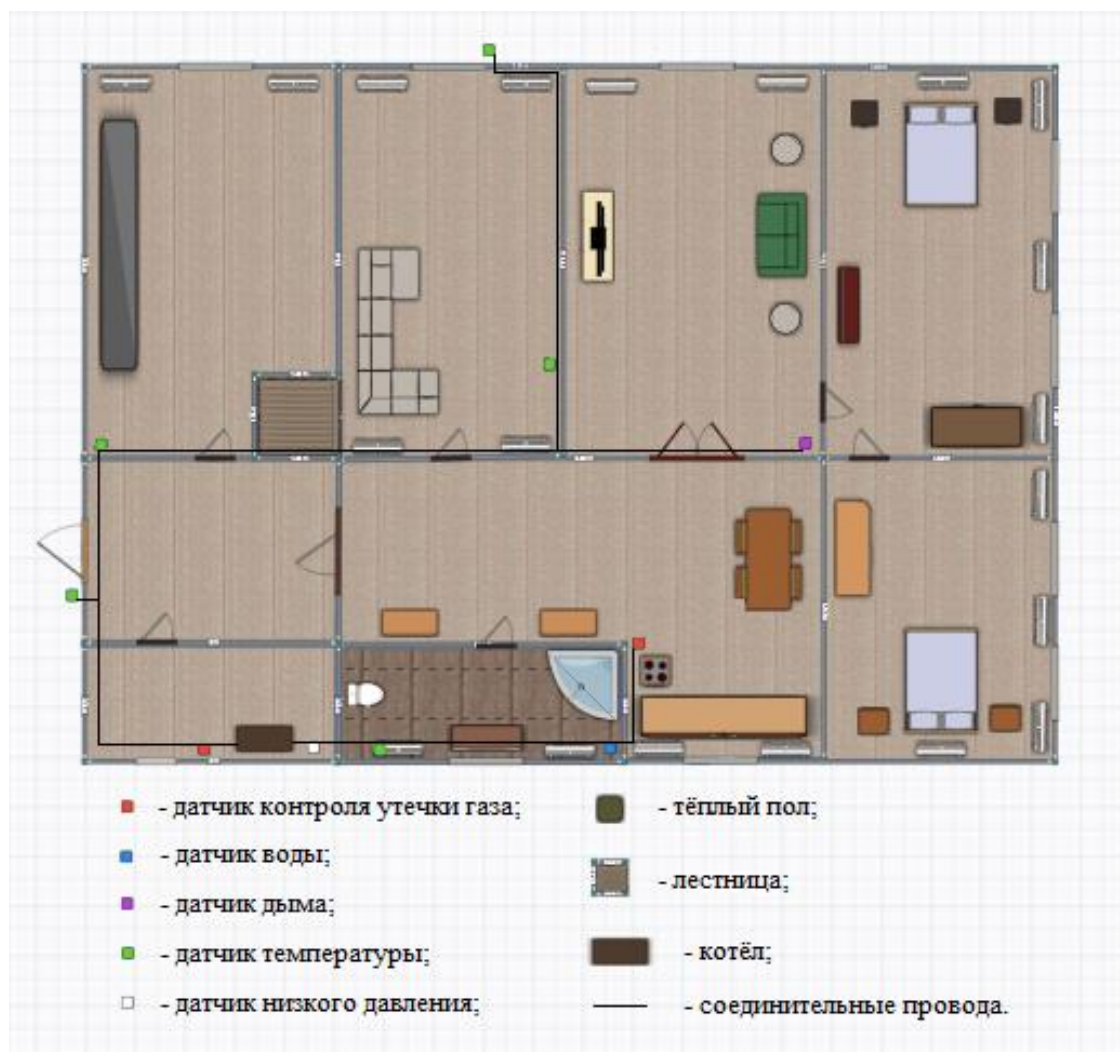


Рисунок 2.26 — Схема 1 этажа дома



Рисунок 2.27 — Схема 2 этажа дома



Рисунок 2.28 — Схема мансарды

При строительстве индивидуального дома использовались современные технологии утепления и энергосбережения.

Система теплого пола, а также установленные электрические конвекторы, обеспечивают надежный прогрев помещений в короткие сроки. Управление этим оборудованием доступно не только из любого помещения дома, но из любой точки, где имеется мобильная связь. Отсутствие горячего водоснабжения компенсируется установкой дополнительного водонагревателя емкостью 30 литров.

Очевидно, что все оборудование, необходимое для возможности проживания на данном объекте присутствует. Но, так как это оборудование не автоматизировано и работает только в ручном режиме, оно не позволяет реализовать все возможности по снижению затрат на эксплуатацию, а также снижает уровень комфорта обеспечения.

Для решения этих проблем необходимо внедрить систему автоматического управления, которая сможет организовать общую работу инженерных систем для обеспечения безопасности, снижения расходов и повышения комфорта обеспечения.

Таким образом, для снижения энергопотребления и затрат на эксплуатацию необходимо осуществлять управление системой климатконтроля согласованно. Для повышения эффективности производимого контроля за параметрами жилого помещения возникла необходимость установить в комнатах отдельные датчики температуры, воды, дыма, низкого давления, а также датчик контроля утечки газа.

Проектируемая система автоматизации в данной работе основывается на проводных линиях связи, однако выбранное нами выше устройство управления «Оптима-3» позволяет применять и беспроводные датчики.

Учитывая, что объект автоматизации имеет несколько различных по назначению и функционалу комнат, но похожих с точки зрения комфорта обеспечения, наиболее оптимальным решением является размещение главного

					БР-02069964-43.03.01-11-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

контроллера управления в отдельной комнате (там, где размещается отопительный котел).

Стоит так же отметить, что предлагаемые исполнительные устройства размещаются в стандартных корпусах бытовых розеток, разводных коробок и приборов, тем самым скрывая систему от несанкционированного доступа неквалифицированных пользователей.

Работу же по взаимодействию с блоками датчиков планируется организовать по нескольким протоколам: через протокол 1-wire, к примеру, подключение датчиков температуры к устройству управления.

Так же стоит отметить применение интерфейсного протокола CAN.

CAN (англ. Controller Area Network — сеть контроллеров) — стандарт промышленной сети, ориентированный, прежде всего, на объединение в единую сеть различных исполнительных устройств и датчиков.

Режим передачи — последовательный, широкополосный, пакетный.

Внедрения интерфейса CAN на рынке связана с присущей ему отказоустойчивостью и способностью эффективно обрабатывать кадры сообщений на многоузловой шине.

Среди основных причин того, почему в промышленных приложениях предпочтение отдается CAN, следует назвать и способ обработки сообщений на шине. В мультиузловой системе, используемой для общения с микропроцессором RS-485, могут быть случаи, когда несколько сообщений отправляются одновременно. Что иногда приводит к коллизиям, иначе известным как конкуренция. Если подобное происходит, состояние шины может оказаться неверным или неопределенным, что вызовет ошибки данных. Кроме того, такая конкуренция может повредить или ухудшить параметры производительности, когда несколько трансиверов RS-485 на шине находятся в одном, а один приемопередатчик — в противоположном состоянии. Тогда от одиночного передатчика RS-485 может потребоваться довольно значительный ток, который, вероятно, вызовет отключение микросхемы из-за

					БР-02069964-43.03.01-11-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

превышения максимально допустимой температуры или даже приведет к необратимому повреждению системы. Здесь CANbus имеет большое преимущество. С помощью CANbus удастся разрешить проблему передачи нескольких сообщений на линии путем ранжирования каждого из них.

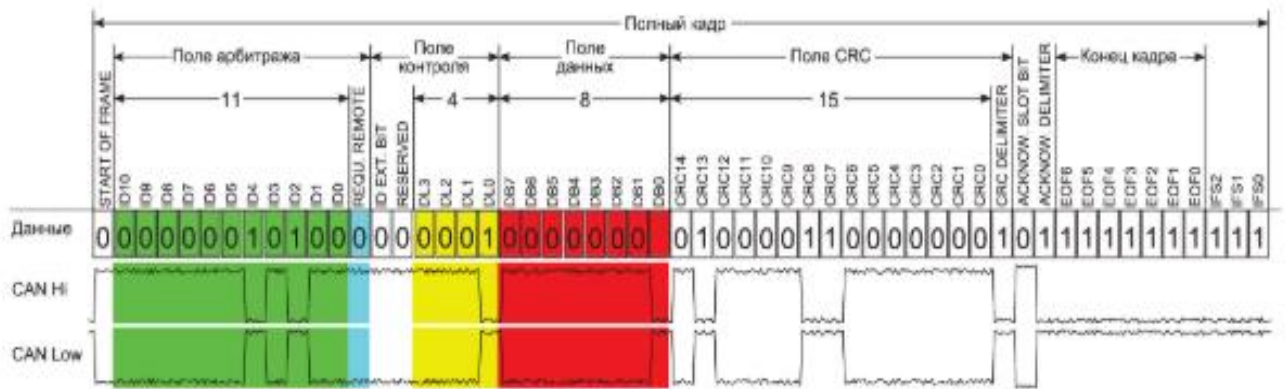


Рисунок 2.29 — Диаграмма формата кадра передачи данных CAN

Перед тем как приступить к работе по проектированию системы, инженеры назначают разные уровни задач. Ранее упоминалось, что CAN имеет доминантное и рецессивное состояние. Во время передачи сообщение с более высоким назначенным доминантным состоянием «выигрывает» конкуренцию и будет продолжать передачу, в то время как другие узлы с более низким приоритетом будут видеть доминирующий бит и прекратят передавать данные. Этот метод называется арбитражем, где сообщения приоритетны и принимаются в порядке их статуса.

Узел, который проигрывает в результате более низкого назначенного приоритета, повторно отправит свое сообщение, когда его уровень окажется доминирующим. Это продолжается для всех узлов, пока они не выполнят передачу. На рисунке 2.29 более подробно рассмотрен формат кадра данных сообщения в протоколе CAN. Эта временная диаграмма и таблица 2.5 наглядно демонстрируют, где и как происходит арбитраж.

Арбитраж разрешается во время передачи идентификатора, пример

данной ситуации показан в таблице 2.6. Вне зависимости от топологии сети, даже с новым стандартом CAN-FD, фаза арбитража ограничена скоростью передачи 1 Мбит/с. Но фаза поля данных ограничена только характеристиками приемопередатчика, то есть она может проходить намного быстрее.

Таблица 2.5 — Формата кадра пакета

Наименование поля	Длина в битах	Описание
SOF (Start of frame)	1	начало кадра
Identifier, выделено зеленым	11/29; 12/32	предоставляет приоритет сообщения (11 или 29 бит для стандартной CAN и расширенной CAN, 12 или 32 бит для CANFD)
RTR (Remote transmission request), выделено голубым	1	удаленный запрос передачи
IDE (Identifier extension bit)	1	битидентификатор служит для идентификации расширенного формата
r0	1	зарезервированный бит для будущего расширения протокола
DLC (Data Length Code), выделено желтым	4/8/9	код длины данных (4 бит для стандартной CAN, 8 или 9 бит для CANFD)
Data Field, выделено красным	0–64 (0–8 байт); 0–512 (0–64 байт)	поле данных, передаваемые данные (0–8 байт для стандартного CAN, 0–64 байт для CANFD)
CRC (Cyclic redundancy check)	15	контрольная сумма, используется для обнаружения ошибок
CRC Delimiter	1	бит — разграничитель CRC
ACK (Acknowledgement) slot	1	область подтверждения. Доминантный бит при сообщении об ошибке; рецессивный бит при отказе от сообщения об ошибке
ACK Delimiter	1	битразграничитель подтверждения
EOF (End of frame)	7	конец кадра

Таблица 2.6 — Арбитраж

	Стартовый бит	Биты идентификатора (поле арбитража)										
		10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Узел 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Узел 3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	остановка передачи		

Помимо арбитража, уровень канала передачи данных (уровень 2 модели OSI) также способствует повышению надежности всей системы CAN в целом. На этом уровне сообщение кадра неоднократно проверяется на предмет точности и наличия ошибок.

Если сообщение получено с ошибками, отправляется кадр ошибки. Он содержит флаг ошибки (Error Flag), который состоит из 6 бит одинакового значения (таким образом нарушая правило вставки битов) и разграничителя ошибки (Error Delimiter), состоящего из 8 рецессивных бит.

Разграничитель ошибки предоставляет определенное пространство, где другие узлы шины могут отправлять свои флаги ошибки после того, как сами обнаружат первый флаг ошибки. С точки зрения уровня сообщений циклическая проверка избыточности (CRC) защищает информацию в кадре добавлением избыточных контрольных битов в конце передачи, которые затем проверяются на принимающей стороне. Если они не совпадают, возникает ошибка CRC. Затем следует контроль фрейма (кадра), который определяет правильность структуры, проверяя битовые поля на фиксированный формат и размер кадра бит-разделителя SOF, EOF, ACK и CRC.

Основными элементами структурной схемы (рис.2.30) восьми контурной системы отопления двух этажного дома с мансардой являются: котел, датчик подачи, датчик обратки, циркуляционный насос, обратный клапан, уличный датчик.

На 1 этаже отопительный контур содержит в себе следующие устройства: котел, датчик подачи, термостат, циркуляционный насос, датчик контроля утечки газа, датчик воды, датчик температуры, датчик дыма, датчик низкого давления.

На 2 этаже отопительный контур включает в себя элементы, такие как: датчик подачи, циркуляционный насос, датчики температуры и дыма.

Отопительный контур мансарды состоит из датчика подачи, циркуляционного насоса, датчик температуры, датчик дыма.

					БР-02069964-43.03.01-11-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

В доме на 1 этаже присутствует теплый пол. Отопительный контур включает в себя циркуляционный насос, датчик температуры, датчик воды.

Состав вентиляционной системы (вытяжки): фильтр, вентилятор, нагреватель.

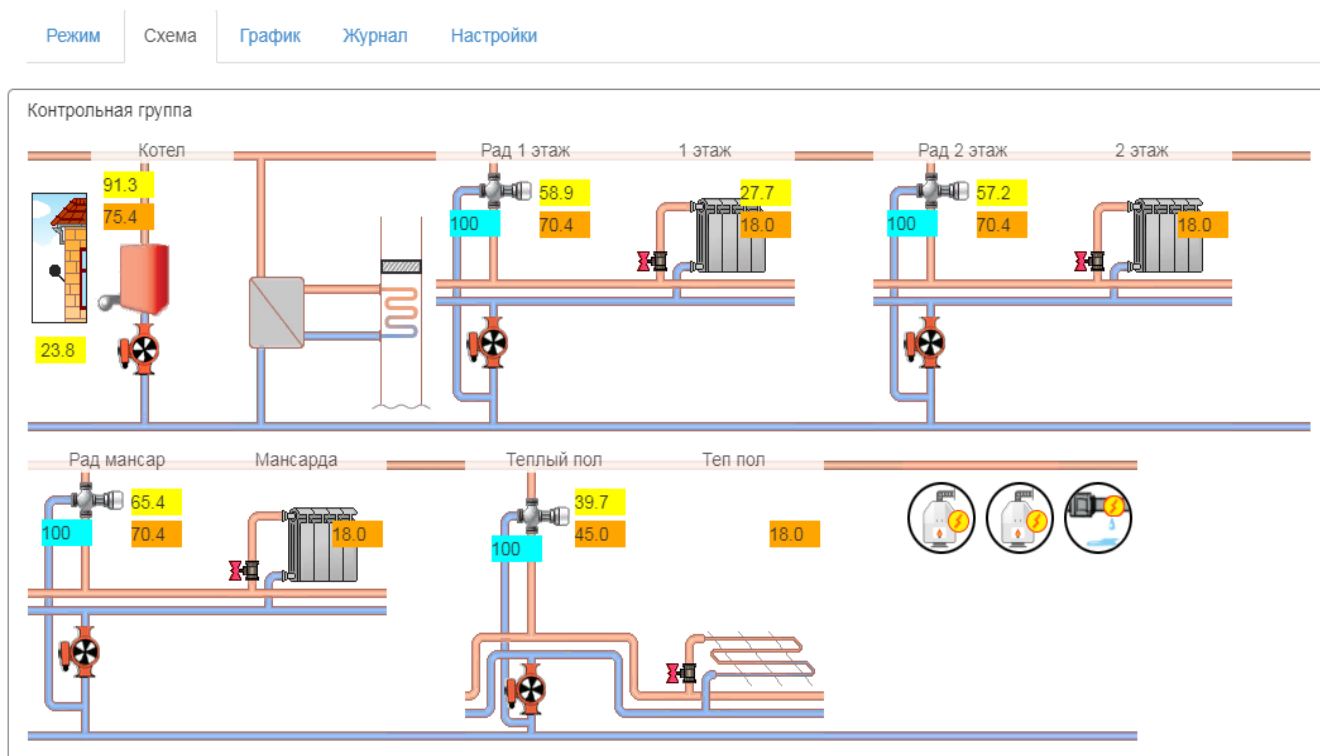


Рисунок 2.30 — Структурная схема контрольной группы

На рисунке 2.31 представлена консоль. Из рисунка видно, что на сервер идет передача данных пользователю в онлайн режиме в виде отдельных сообщений.

В консоле отображаются следующие параметры:

- i — наличие обратной связи;
- c — номер датчика, с которого передаются данные;
- t — дата и время передачи;
- v — значение параметра.

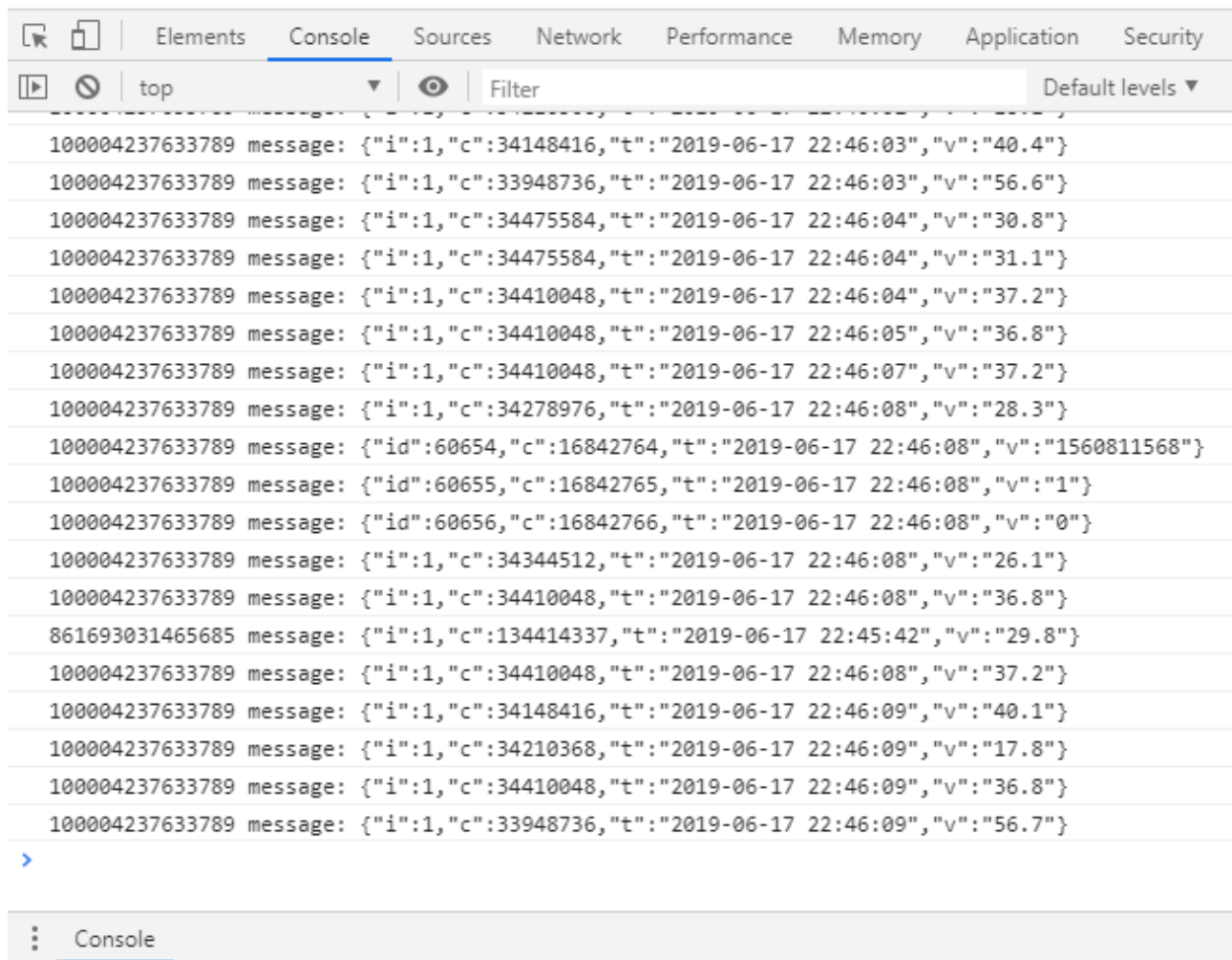


Рисунок 2.31 — Консоль

Основными конкурентными преимуществами предлагаемой к внедрению системы является более высокая степень надежности (безотказности) контроллера сбора данных, а также его более низкая цена в сравнении с другими представителями, реализующими подобные функции.

Розничная цена контроллеров «Оптима» варьируется от 6 тыс. руб. до 20 тыс. руб. При этом они ничем не уступают по функциональным возможностям вышеприведенным аналогам. Что касается систем «Умный дом», то их стоимость, как правило, составляет от 100 тыс. руб. и выше. Если говорить о предлагаемой системе, то стоимость её будет составлять около 30 тыс. рублей (данные приведены в таблице 2.7).

Таблица 2.7 — Расчет стоимости системы

№ пп	Наименование оборудования и материалов	Единица измерения	Цена за единицу измерения, руб.	Кол-во, ед. изм.	Затраты, руб.
1	2	3	4	5	6
1	GSM контроллер «Оптима-3»	шт.	14900	1	14900
2	REX-FTP25x2x0,5 (01-1201) Витая пара FTP, 24AWG, Cat.5e, Solid, 25 пары (305m) Rexant	м	12	65	780
3	Коробка распаячная с крышкой 65x65x50мм IP54, 4 входа TDM	шт.	23	10	230
4	Скоба металл. ø25-26 бел. 2 лапк. (уп.100шт.)	шт.	320	1	320
5	Дюбель-гвоздь (уп.200шт.)	шт.	200	1	200
6	Датчик протечки воды H2O-Контакт	шт.	530	1	530
7	Датчик дыма ИПД 3.2 (Артон)	шт.	700	3	2100
8	Датчик температуры DS18B20	шт.	105	6	630
9	Датчик контроля утечки газа СГ-5	шт.	2900	2	5800
10	Датчик давления РМ/5	шт.	500	1	500
11	JPEG камера	шт.	2500	1	2500
	Итого				28430

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Среди преимуществ систем удаленного контроля и управления отоплением следует выделить:

- значительно увеличивается безопасность эксплуатации оборудования;
- увеличивается срок службы отопительного оборудования за счет обеспечения его работы при пониженной нагрузке (например, во время отсутствия хозяина в загородном доме);
- экономия до 50% затрат на отопление за счет переключения системы в экономичный режим во время отсутствия хозяина.

В зависимости от выполняемой задачи пользователь может выбрать соответствующие по характеристикам и цене устройство и управление. При необходимости возможно объединение нескольких устройств вместе для распределения выполняемых задач.

Благодаря невысокой стоимости компонентов и возможности их быстрой замены удалось значительно уменьшить стоимость системы и её обслуживание без снижения функциональных возможностей системы.

В первой главе рассмотрено состояние систем домашней автоматизации, особое внимание уделено отопительным системам, также рассмотрены технические средства для удаленного контроля и управления в бытовой сфере.

Во второй главе приведены итоги разработки системы удаленного контроля и управления отопительной системы индивидуального жилого дома. Вследствие выполнения поставленных задач в работе были получены следующие результаты:

- произведен выбор оборудования, с помощью которого можно реализовать систему удаленного контроля и управления отоплением в жилом доме с минимальными затратами;
- выбран протокол для взаимодействия контроллера с сервером;
- произведено подключение выбранного устройства управления к

					БР–02069964–43.03.01–11–19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

облачной платформе «Тепломонитор»;

- разработан типовой технический проект системы для двухэтажного жилого дома с мансардой, который может быть использован для демонстрации клиентам при продаже подобных систем.

Следует отметить, что предлагаемая в работе система имеет возможности расширения своего функционала за счет подключения дополнительных устройств управления и необходимых датчиков.

					БР-02069964-43.03.01-11-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 EasySmartBox - готовые системы Умный Дом от производителя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://easysmartbox.com>.
- 2 H2O-Контакт NEW [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tinko.ru/catalog/product/238128/>.
- 3 InwiON — Видео [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://inwion.ru>.
- 4 JPEG-камера [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://averts.ru/jpeg-camera>.
- 5 АБЕРТ: GSM-контроль отопления, GSM-сигнализация, GSM-термостат [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://averts.ru>.
- 6 Ануфриенко О.С. Проектирование систем отопления: учебно-методическое пособие / О.С. Ануфриенко. – М. : ФЛИНТА, 2018. – 166 с.
- 7 Артон ИПД-3.2 извещатель пожарный дымовой оптико-электронный: извещатели пожарные [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.aktivsb.ru/prod-5138.html>.
- 8 Богданов С.В. Умный Дом / С.В. Богданов. – СПб. : Наука и Техника, 2005. – 208 с.
- 9 Виды умных домов, описание систем умного дома, технология Умного дома [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.besmart.ru/article/kakiebyvayut-umnye-doma>.
- 10 Волгунов А. Д. Обзор функциональных возможностей и перспектив развития систем домашней автоматизации / А. Д. Волгунов // Молодой ученый. – 2015. – № 8. – С. 199–202.
- 11 Ву Т. З. Анализ систем автоматизированного управления умным домом / Т. З. Ву // Молодой ученый. – 2011. – №4. – С. 28–31.
- 12 Датчик контроля утечки бытового газа СГ-5 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://averts.ru/sensor_gas_sg5.

					БР–02069964–43.03.01–11–19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

13 Датчик температуры DS18B20. Описание на русском языке [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mypractic.ru/ds18b20-datchik-temperature-s-interfejsom-1-wire-opisanie-na-russkom-yazyke.html>.

14 Документация на контроллеры «Оптима» // Сайт компании «АВЕРТ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://averts.ru/download>.

15 Дубков И.С. Решение практических задач на базе технологии интернета вещей: учебное пособие / И.С. Дубков, П.С. Сташевский, И.Н. Яковина. – Новосибирск : НГТУ, 2017. – 80 с.

16 Елисеев Н. Технология x10 – управление «Умным домом» / Н. Елисеев // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. – 2007. – № 7. – С. 32–36.

17 Компания SMART HOME [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://umnydomspb.ru>.

18 Логунова О.Я. Водяное отопление: учебное пособие / О.Я. Логунова, И.В. Зоря. – СПб. : Лань, 2019. – 272 с.

19 Перспективы бизнеса «Интеллектуальное здание / Умный дом» // Официальный сайт компании House Control [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.housecontrol.ru/material/65.php>.

20 Реле давления UNIPUMP PM/5 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://unipump.ru/products/41/139/>.

21 Саак А. Э. Информационные технологии управления : учебник для вузов / А. Э. Саак, Е. В. Пахомов, В. Н. Тюшняков. – СПб. : Питер, 2012. – 320 с.

22 Сергеева Е. В. Возможности интеграции систем автоматизированного учета энергоресурсов и безопасности жилых объектов / Е. В. Сергеева, С. С. Душутин, Д. А. Салкин // Материалы XXI научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарёва: в 3-х ч. – Саранск : Изд-во МГУ им. Н.П. Огарева. – 2017. – С. 113–116.

						БР–02069964–43.03.01–11–19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			84

23 Сергеева Е. В. Современное состояние систем диспетчеризации энергоресурсов и автоматизации жилых объектов / Е. В. Сергеева, С. С. Душутин, Д. А. Салкин // Материалы XXI научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарёва: в 3-х частях. – Саранск : Изд-во МГУ им. Н.П. Огарева. – 2017. – С. 108–113.

24 Системы Домашней Автоматизации и выбор технологий // Сайт «Домашняя автоматизация» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://automatedhome.dp.ua/tehnologii>.

25 Стартовый комплект «Умный дом» Fibaro Starter Kit (FIB_Start) / «Технологии для жизни» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://t4l.ru/umnyy-dom>.

26 Столетов В.М. Системы динамического охлаждения и отопления; комфортное жизнеобеспечение: учебное пособие / В.М. Столетов. – Кемерово : КемГУ, 2009. – 112 с.

27 ТеплоМОНИТОР [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://teplomonitor.ru>.

28 Тесля Е. В. «Умный дом» своими руками. Строим интеллектуальную цифровую систему в своей квартире : книга / Е. В. Тесля. – СПб. : Питер, 2008. – 370 с.

29 Умный дом по-русски: комфорт против энергоэффективности / ИТ-инфраструктура и Инженерные Системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.asteros.ru>.

30 Устелемова М.С. Основы построения системы "умный дом": учебное пособие / М.С. Устелемова. – М., 2016. – 50 с.

31 Шакаров М. Andover Continuum — интегрированный подход к безопасности современного здания / М. Шакаров // Технологии защиты. – 2013. – № 6.

					БР–02069964–43.03.01–11–19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85